

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů



**Potenciál energetického využití dřevní biomasy v ČR s ohledem
na principy lesnické a dřevařské bioekonomiky**

Bakalářská práce

Autor: Jan Šíma

Vedoucí práce: Ing. Pavla Vrabcová, Ph.D.

2021

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jan Šíma

Lesnictví

Hospodářská a správní služba v lesním hospodářství

Název práce

Potenciál energetického využití dřevní biomasy v ČR s ohledem na principy lesnické a dřevařské bioekonomiky

Název anglicky

Potential of Energy Use of Wood Biomass in the Czech Republic with Regard to the Principles of Forestry and Wood Bioeconomy

Cíle práce

Hlavním cílem bakalářské práce bude poskytnout ucelený, strukturovaný a aktuální přehled moderních řešení energetického využívání dřevní biomasy s ohledem na jejich vhodnost pro aplikaci v ČR, politické závazky a principy lesnické a dřevařské bioekonomiky. Dílčím cílem bude identifikovat kritická místa v oblasti udržitelnosti využívání dřevní biomasy v ČR.

Metodika

Teoretická část bakalářské práce bude zpracována pomocí literární rešerše aktuálních monografií a odborných článků k předmětné problematice energetického využití dřevní biomasy. V bakalářské práci budou rozebrány ekonomické aspekty produkce a užití dřevní biomasy (dotační podpory, investiční potenciál atd.). Formulovaný hlavní cíl bude splněn prostřednictvím vypracování kvalitní literární rešerše, analýzy časových řad statistických dat MPO, ERÚ atd., syntézy a dedukce.

Doporučený rozsah práce

min. 30 normostran textu bez příloh

Klíčová slova

udržitelný rozvoj; brikety; pelety; energie; priority bioekonomiky

Doporučené zdroje informací

- HÁJEK, M. – KUBOVÁ, P. – GAFF, M. – SARVAŠOVÁ KVIETKOVÁ, M. – KAČÍK, F. – GAŠPARÍK, M. – JANKOVSKÝ, M. – LIESKOVSKÝ, M. – GEJDOŠ, M. – TRIBULOVÁ, T. – SVOBODA, T. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA. *Lesnická bioekonomika*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2018. ISBN 978-80-213-2838-9.
- KRÁTKÝ, L. – JIROUT, T. *Moderní trendy předúprav biomasy : pro intenzifikaci výroby biopaliv druhé generace*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2015. ISBN 978-80-01-05720-9.
- MURTINGER, K. – BERANOVSKÝ, J. *Energie z biomasy*. Brno: Computer Press, 2011. ISBN 978-80-251-2916-6.
- ŠOOŠ, Ľ. – KOLEJÁK, M. – URBAN, F. *Biomasa – obnovitelný zdroj energie*. Bratislava: VERT, 2012. ISBN 9788097095734.
- TRÁVNÍČEK, P. *Technologie zpracování biomasy za účelem energetického využití*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN 978-80-7509-206-9.

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Pavla Vrabcová, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů

Elektronicky schváleno dne 27. 2. 2020

Elektronicky schváleno dne 14. 3. 2020

Ing. Radek Rinn

Vedoucí ústavu

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 21. 03. 2021

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Potenciál energetického využití dřevní biomasy v ČR s ohledem na principy lesnické a dřevařské bioekonomiky vypracoval samostatně pod vedením Ing. Pavly Vrabcové, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Žilině dne 21. 3. 2021

Podpis

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucí své bakalářské práce Ing. Pavle Vrabcové, Ph.D. za odborné vedení, za pomoc i věcné připomínky při zpracování mé bakalářské práce.

ABSTRAKT

V bakalářské práci je mapováno využití lesní dendromasy pro energetické účely, rozebírány jednotlivé druhy dřevní biomasy a jejich energetický potenciál. Hlavním cílem je poskytnout ucelený, strukturovaný a aktuální přehled moderních řešení energetického využívání dřevní biomasy s ohledem na jejich vhodnost pro aplikaci v ČR, politické závazky a principy lesnické a dřevařské bioekonomiky. Je zaměřena především na využití k výrobě elektrické energie a tepla, nesnaží se však přiblížit jednotlivé způsoby zpracování. Dílčím cílem je identifikovat kritická místa v udržitelnosti využívání dřevní biomasy v ČR. V tomto směru je pozornost zaměřena na kůrovcovou kalamitu, která je v posledních letech významným problémem lesního hospodaření ČR.

Teoretická část práce je zpracována formou literární rešerše aktuálních monografií a odborných článků k problematice energetického využití dřevní biomasy. Kromě literární rešerše byly v praktické části práce aplikovány další metody vědecké práce, a to analýza časových řad statistických dat MPO, ERÚ, ČSÚ atd. V rámci období let 2004 až 2019 jsou komparována vybraná hlediska, k čemuž bylo využito statistických metod, a to časových řad, absolutních přírůstků a koeficientu růstu. Z výsledků bakalářské práce vyplývá rostoucí zájem o dřevní biomasu a její využití pro energetické účely, a dále především zvyšující se poptávka po využití palivového dříví pro vytápění domácností.

Klíčová slova: brikety; energie; palivové dřevo; pelety; priority bioekonomiky; udržitelný rozvoj.

ABSTRACT

The bachelor thesis maps use of forest dendromass for energy purposes, analyzing individual type of forest dendromass and their energy potential. The main goal of bachelor thesis is provide compact, structured and actual review about modern solutions of energy use forest dendromass with regard to their suitability for application in the Czech Republic, political commitments and principles of forestry and wood bioeconomics. It it focused mainly on the use for the production of electricity and heat, it doesn't try to approach the individual methods of processing. The partial goal is to indetify critical points in the sustainability of the use of wood biomass in the Czech Republic. In this regard, attention is focused on the bark beetle calamity, which has been important factor in recent years in the Czech Republic.

Theoretical part of the work is processed in the form of a literature reserche of current monographs and specialization articles on the issue of energy use of wood biomass. In addition to the literature search, other methods of scientific work were applied, namely the analysis of time series of statistical data Ministry of industry and trade, Energy Regulatory Office, Czech Statistical Office atd. Within the period from 2004 to 2019, selected aspects are compared, for which statistical methods were used, namely time series, absolute increments and growth coefficient. The results of the bachelor's thesis show a growing interest in wood biomass and its use for energy purposes, especially the increasing demand for the use of firewood for domestic heating.

Key words: briquetess; energy; firewood; pellets; bioeconomic priotities; sustainable development.

Obsah

| | |
|--|-----------|
| Obsah..... | 8 |
| Seznam tabulek | 10 |
| Seznam obrázků | 11 |
| Seznam grafů | 11 |
| Seznam použitých zkratek a symbolů | 12 |
| 1 ÚVOD..... | 13 |
| 2 CÍLE PRÁCE | 15 |
| 3 LITERÁRNÍ REŠERŠE | 17 |
| 3.1 ENERGIE, OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE, BIOEKONOMIKA, UDRŽITELNÝ ROZVOJ, BIOMASA | 17 |
| 3.1.1 Bioekonomika a lesní bioekonomika | 17 |
| 3.1.2 Udržitelný rozvoj, trvale udržitelné hospodaření v lesích..... | 19 |
| 3.1.3 Biomasa | 21 |
| 3.2 DENDROMASA | 25 |
| 3.2.1 Zastřešující základní terminologie | 25 |
| 3.2.2 Dendromasa – definice..... | 26 |
| 3.2.3 Lesní biomasa – energetické využití | 29 |
| 3.2.4 Potenciál využití biomasy z lesních těžebních zbytků..... | 32 |
| 3.2.5 Formy dřevěných paliv | 33 |
| 3.3 ENERGETICKÁ BILANCE ČESKÉ REPUBLIKY – POZICE OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ, ENERGETICKÉ VYUŽITÍ DENDROMASY | 36 |
| 3.3.1 Energetická bilance České republiky a pozice obnovitelných zdrojů | 36 |
| 3.3.2 Energetické využití dendromasy..... | 37 |
| 3.3.3 Investiční potenciál dřevní biomasy | 39 |
| 3.4 PŘEHLED NEJDŮLEŽITELŠÍ RELEVANTNÍ LEGISLATIVY ČESKÉ REPUBLIKY A EVROPSKÉ UNIE | 41 |
| 3.5 PŘEHLED DOTAČNÍCH PODPOR PRO DENDROMASU; ZÁVAZKY ČR VŮČI EU A JEJICH PLNĚNÍ | 42 |
| 3.5.1 Dotační podpory..... | 42 |
| 3.5.2 Závazky ČR vůči EU a jejich plnění | 44 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 3.6 | KRITICKÁ MÍSTA V OBLASTI UDRŽITELNOSTI VYUŽÍVÁNÍ DŘEVNÍ BIOMASY V ČR | 45 |
| 3.6.1 | Kůrovcová kalamita a budoucnost vytápění dřevem..... | 45 |
| 3.6.2 | Ochrana lesních ekosystémů | 47 |
| 4 | METODIKA..... | 49 |
| 4.1 | Základní charakteristiky analýzy časových řad..... | 50 |
| 5 | VÝSLEDKY | 52 |
| 5.1 | Výroba elektřiny | 52 |
| 5.2 | Výroba tepla..... | 59 |
| 5.2.1 | Výroba tepla v domácnostech ve sledovaných letech..... | 66 |
| 5.3 | Kůrovcová kalamita | 69 |
| 5.4 | Kritická místa v udržitelnosti využívání dřevní biomasy v ČR | 71 |
| 6 | DISKUZE | 74 |
| 7 | ZÁVĚR | 75 |
| | Seznam použité literatury..... | 77 |
| | Seznam příloh | 87 |

Seznam tabulek

| | |
|--|----|
| Tabulka 1 Výhody a nevýhody využití biomasy | 23 |
| Tabulka 2 Výhřevnost některých druhů dendromasy | 28 |
| Tabulka 3 Dodávky LTZ v letech 2009–2017 | 31 |
| Tabulka 4 Výhřevnost štěpky podle vlhkosti..... | 35 |
| Tabulka 5 Primární energetické zdroje v roce 2019 | 36 |
| Tabulka 6 Potenciál energeticky využitelné lesní biomasy | 37 |
| Tabulka 7 Výroba elektřiny z dendromasy v roce 2019 | 38 |
| Tabulka 8 Výroba tepla z dendromasy v roce 2019..... | 38 |
| Tabulka 9 Podíl obnovitelných zdrojů na celkové spotřebě energie v ČR v letech 2004–2019..... | 45 |
| Tabulka 10 Výroba elektřiny z palivového dříví | 52 |
| Tabulka 11 Prognózy vývoje hrubé výroby elektřiny a spotřeby palivového dříví v letech 2020–2023 | 53 |
| Tabulka 12 Výroba elektřiny z dřevní štěpky, dřevního odpadu apod. | 54 |
| Tabulka 13 Prognózy vývoje hrubé výroby elektřiny a spotřeby dřevní štěpky, dřevního odpadu apod. v letech 2020–2023 | 55 |
| Tabulka 14 Výroba elektřiny z briket a pelet..... | 56 |
| Tabulka 15 Prognózy vývoje hrubé výroby elektřiny a spotřeby briket a pelet v letech 2020–2023..... | 57 |
| Tabulka 16 Výroba tepla z palivového dříví..... | 59 |
| Tabulka 17 Prognózy vývoje hrubé výroby tepla a spotřeby palivového dříví v letech 2020–2023..... | 60 |
| Tabulka 18 Výroba tepla z dřevní štěpky, dřevního odpadu apod..... | 61 |
| Tabulka 19 Prognózy vývoje hrubé výroby tepla a spotřeby dřevní štěpky, dřevního odpadu apod. v letech 2020–2023..... | 62 |
| Tabulka 20 Výroba tepla z briket a pelet | 63 |
| Tabulka 21 Prognózy vývoje hrubé výroby tepla z briket a pelet a spotřeba tohoto paliva v letech 2020–2023 | 64 |
| Tabulka 22 Výroba tepla v domácnostech..... | 67 |
| Tabulka 23 Prognózy vývoje spotřeby palivového dříví a briket a pelet pro výrobu tepla v domácnostech v letech 2020–2023..... | 68 |
| Tabulka 24 Vývoj nahodilých kůrovcových těžeb..... | 70 |

Seznam obrázků

| | |
|--|----|
| Obrázek 1 Zdroje biomasy | 22 |
| Obrázek 2 Princip energetického využití dendromasy..... | 31 |
| Obrázek 3 Tok energie v normálním ekosystému..... | 48 |
| Obrázek 4 Tok energie v systému, ze kterého byla odebrána většina biomasy pro energetické účely..... | 48 |

Seznam grafů

| | |
|---|----|
| Graf 1 Vývoj těžby dřeva v letech 2010–2018 | 46 |
| Graf 2 Vývoj hrubé výroby elektřiny z palivového dříví, dřevní štěpky a briket a pelet v letech 2004–2019 | 58 |
| Graf 3 Vývoj spotřeby paliva v letech 2004–2019 | 58 |
| Graf 4 Hrubá výroba tepla z dendromasy v letech 2004–2019 mimo domácnosti.... | 65 |
| Graf 5 Spotřeba dendromasy k výrobě tepla v letech 2004–2019 mimo domácnosti . | 65 |
| Graf 6 Spotřeba palivového dřeva v domácnostech v letech 2004–2019 | 68 |
| Graf 7 Spotřeba briket a pelet v domácnostech v letech 2004–2019..... | 69 |
| Graf 8 Vývoj kůrovcové kalamity..... | 70 |
| Graf 9 Napadení kůrovcem a následná těžba v letech 2014–2030 | 71 |

Seznam použitých zkratk a symbolů

| | |
|------------|--|
| APB | Akční plán pro biomasu |
| ČSÚ | Český statistický úřad |
| ČR | Česká republika |
| DPH | Daň z přidané hodnoty |
| EB | Energetická bilance |
| EJ | Exajoul – 10^{18} J |
| GJ | Gigajoule – 10^9 J |
| ELB | Energetická lesní biomasa |
| ERÚ | Energetický regulační úřad |
| EU | Evropská unie |
| LTZ | Lesní těžební zbytky |
| MJ/kg | Megajoule / kilogram |
| MPO ČR | Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR |
| MWh | Megawatthodina |
| MZe ČR | Ministerstvo zemědělství ČR |
| OSN | Organizace spojených národů |
| OZE | Obnovitelný zdroj energie |
| PEZ | Primární energetický zdroj |
| PJ | Petajoule – 10^{12} J |
| prmr s. k. | Prostorové metry rovnané (s kůrou) |
| SFŽP | Státní fond životního prostředí |
| t | Tuna |
| TW | Terawatt – 10^{12} W |
| ÚHÚL | Ústav pro hospodářskou úpravu lesů |
| VVÚD | Výzkumný a vývojový ústav dřevařský |
| VULHM | Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti |

1 ÚVOD

V posledních letech nejen v České republice, ale v celém světě roste spotřeba energií a úměrně s ní i znepokojení společnosti kvůli možnému vyčerpání zásob fosilních paliv. Při výrobě tepelné a elektrické energie jsou jejich alternativou obnovitelné zdroje energie (OZE), mezi nimiž významné místo zaujímá biomasa, jejíž význam začal narůstat koncem 20. století (Soušek et al., 2020). Lze konstatovat, že se tak děje ve snaze o co nejčistší výrobu energie. Biomasa přichází do popředí vedle využití dalších obnovitelných zdrojů, a to v podobě větrných a solárních elektráren. Rostoucí význam biomasy lze spojit se snahou o snížení vlivu lidstva na změnu klimatu. Přitom lze říct, že biomasa je nejstarším zdrojem energie. Vždyť do poloviny 18. století bylo jediným palivem, které bylo využíváno pro získávání tepelné energie, dřevo (Vobořil, 2017).

Během nejbližších let dojde s velkou pravděpodobností ke změně druhové skladby lesů, smrk bude postupně ustupovat buku a dubu. Stane se tak v souvislosti se změnami klimatu a nárůstem teploty, aniž by se zároveň změnila struktura srážek. Nejen v ČR, ale v celé Evropě tak nejspíše v roce 2030 (Milerová Prášková, 2020) dojde k tomu, že poptávka po dříví převýší nabídku. Musí tedy dojít ke změnám ve způsobu využívání dřeva a přejít na udržitelnou produkci, jejíž součástí bude také recyklace dřeva (Milerová Prášková, 2020).

A právě vzhledem k tomu, že v poslední době podle mého názoru vzrůstá využití lesní biomasy pro potřeby energetického průmyslu a s ohledem na obor mého studia, bude tato práce zaměřena především právě na biomasu lesní, neboli dendromasu. Ani naprostý laik si nemůže nevšimnout ohromného množství vytěženého dříví a lesních těžebních zbytků, které se v posledních letech hromadí v lesích po celé ČR. Z tohoto důvodu bude akcentováno na zjištění energetického potenciálu dřevní biomasy.

Využívání dřeva, přesněji řečeno dřevní biomasy či dendromasy pro energetické účely je věnována tato bakalářská práce. Teoretická část je vypracovaná na základě literární rešerše aktuálních zdrojů a je zaměřena na zhodnocení a uvedení definičních variant pojmů jako např. biomasa, obnovitelný zdroj energie, udržitelný rozvoj, bioekonomika... Pro vysvětlení bylo využito i zdrojů v širší historického vývoje terminologie, jedná se především o základní a prvotní definice EU, OSN, významné

ministerské konference o ochraně evropských lesů atd. Dále osvětluje způsoby využití a zpracování dřeva i dřevního odpadu pro jeho energetické využití.

Praktická část je zaměřena na vyhodnocení vývoje využití dendromasy v ČR pro energetické účely, a to na základě elementární analýzy dat časových řad, s uvedením absolutních přírůstků a koeficientů růstu v letech 2004–2019. Je akcentováno především na vyhodnocení spotřeby jednotlivých druhů dendromasy pro výrobu elektrické energie a tepla. Dále jsou uvedeny prognózy vývoje spotřeby paliva a hrubé výroby pro rozmezí let 2020–2023. Součástí je také zhodnocení dosavadního stavu kůrovcové kalamity a výhled do let příštích.

2 CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem bakalářské práce je poskytnout ucelený, strukturovaný a aktuální přehled moderních řešení využívání dřevní biomasy s ohledem na jejich vhodnost při aplikaci v ČR, politické závazky a principy lesnické a dřevařské bioekonomiky. Dílčím cílem je identifikovat kritická místa v oblasti udržitelnosti využívání dřevní biomasy v České republice.

Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část, přičemž teoretická je zpracována formou literární rešerše využívající aktuálních odborných publikací a článků k dané problematice. Jednotlivé oddíly této části jsou věnovány vysvětlení pojmů jako udržitelný rozvoj, bioekonomika, biomasa, dendromasa, atd. V dalším oddílu je zpracovávána energetická bilance ČR a energetické využití biomasy, a to na základě údajů MPO ČR, MZe ČR. Rovněž je věnován investičnímu potenciálu dendromasy, a to zejména ve smyslu zhodnocení využití dendromasy pro vytápění, v první řadě domácností a modernizaci kotlů pro spalování biomasy. Následující oddíly teoretické části bakalářské práce zahrnují nejdůležitější legislativu, stěžejní dokumenty EU vztahující se k předmětnému problému a dotační podpory týkající se energetického využití lesní biomasy. Závěrečná kapitola stanoví kritická místa v oblasti udržitelnosti využívání dendromasy v ČR. Zaměřuje se zejména na kůrovcovou kalamitu posledních let a na výhled do budoucna. Dále také upozorňuje na nutnost věnovat pozornost ochraně lesních ekosystémů při využívání dendromasy k získávání energie.

V praktické části je zpracováno využití jednotlivých druhů dendromasy v ČR v letech 2004 až 2019. Toto časové rozmezí bylo zvoleno z toho důvodu, že je dostatečně dlouhé na to, aby poskytlo ucelený pohled na vývoj dané problematiky. Pro toto období byl analyzován vývoj využití palivového dříví, dřevní štěpky, briket a pelet pro výrobu elektřiny a tepla, a to za využití ukazatelů absolutních přírůstků, průměrných absolutních přírůstků, koeficientů růstu a průměrných koeficientů růstů.

Časové ohraničení se vztahuje k roku 2004, tedy vstupu ČR do EU. Rok 2019 je rokem, pro který byla v době zpracování této bakalářské práce dostupná nejaktuálnější data. Praktická část je členěna do oddílů, které jsou rozděleny na výrobu elektřiny a tepla a v jejichž rámci jsou zpracovány analýzy vývoje jednotlivých druhů lesní

biomasy, kdy pro každý z nich je vypočítán absolutní přírůstek, průměrný absolutní přírůstek, koeficient růstu a průměrný koeficient růstu. Rovněž jsou vypracovány prognózy vývoje spotřeby a hrubé výroby zkoumaných druhů dendromasy prostřednictvím intervalového odhadu na hladině významnosti 0,05. Ke zpracování tohoto úkolu jsou využita data oddělení analýz a datové podpory koncepcí MPO ČR, která jsou výsledkem statistických výkazů MPO, ČSÚ a ERÚ. Jako přílohy této práce jsou mimo jiné využity fotografie dendromasy z vlastního archivu autora.

Hlavním přínosem této bakalářské práce je přiblížení problematiky jak samotné dendromasy, tak jejího využití v energetice, a to ve velké míře i širší laické veřejnosti. Při výběru tématu práce totiž v tomto případě hrálo velkou roli i uvědomění si, že do povědomí populace se teprve pozvolna dostává nutnost využití také obnovitelných zdrojů pro výrobu elektřiny a tepla a nahrazení fosilních paliv. Dále také fakt, že lidé jen málokdy chápou nutnost masivních těžeb smrkových porostů, ke kterým dochází v posledních letech. Nejednou jsem se setkal s názory, že se jedná o necitlivé zásahy, či dokonce o ničení lesů (důkazem tohoto tvrzení mohou být mimo jiné nejrůznější diskusní fóra vyjadřující názory veřejnosti). V bakalářské práci jsou rovněž objasněny i důvody této činnosti spojené s řešením kůrovcové kalamity.

3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

Literární rešerše je zaměřena na zkoumání výše uvedené problematiky, a to na základě aktuálních odborných publikací, článků a internetových zdrojů, které se danými skutečnostmi zabývají. Dále také využívá zdroje z širšího časového úseku, neboť terminologie se v tomto kontextu vyvíjí celá desetiletí, zejména však pro stanovení základních definic.

3.1 ENERGIE, OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE, BIOEKONOMIKA, UDRŽITELNÝ ROZVOJ, BIOMASA

Spotřeba energií neustále roste a k uspokojování těchto potřeb jsou z velké části využívány neobnovitelné zdroje (Stupavský, 2012a). Jedná se o uhlí, ropu, zemní plyn, tedy zdroje získávané ze země, kde se tisíce let vytvářely prostřednictvím chemických procesů ze zbytků těl živočichů a rostlin. Tyto zdroje však lidstvo postupně spotřebovává a společnost začíná znepokojovat fakt, že k čerpání fosilních paliv dochází poměrně rychle (Stupavský, 2012a). Z tohoto důvodu je nutné energii získávat také z jiných, tzv. obnovitelných zdrojů. Tedy z větru, slunce, vody. Zásoby energie těchto zdrojů jsou nevyčerpatelné a nezatěžují životní prostředí. Kromě již uvedených, je velmi významným obnovitelným zdrojem energie biomasa (Stupavský, 2012b). V České republice podíl biomasy z celkově využitelného potenciálu obnovitelných zdrojů tvoří přibližně 80 % (Trávníček, 2015).

3.1.1 Bioekonomika a lesní bioekonomika

Evropská komise (EU, 2012) v koncepčním materiálu Inovace pro udržitelný růst: Biohospodářství pro Evropu 2012–2020 uvádí základní definici, podle níž je bioekonomika produkcí *„obnovitelných biologických zdrojů a přeměna těchto zdrojů a toků odpadu na produkty s přidanou hodnotou, jakými jsou například potraviny, krmiva, výrobky z biologického materiálu a bioenergie.“*

V roce 2018 Evropská komise Strategii pro biohospodářství z roku 2012 aktualizovala a představila akční plán rozvoje udržitelné a oběhové bioekonomiky, který stanoví tři základní priority bioekonomiky, a to (EK, 2018):

- Rozšířit a posílit odvětví založená na biotechnologiích.
- Rychle rozšířit bioekonomiku po celé Evropě.

- Chránit ekosystém a porozumět ekologickým omezením bioekonomiky.

Vrabcová et al. (2019, str. 20) k této aktualizaci dále uvádí, že se jedná o 14 opatření, která „*spočívají v přechodu od ‚snahy o bioekonomiku‘ k realizaci a podpoření Evropy jako jedničky v biohospodářství.*“

Výzkumný a vývojový ústav dřevařský (2016) stanovuje jako hlavní charakteristiku bioekonomiky potenciál produkce biomasy a její přeměnu na výrobky a energii. Bioekonomika podle něj (VVÚD, 2016) hledá nejúčinnější technologie a postupy transformace obnovitelných surovin k nahrazení fosilních a neobnovitelných surovin.

V této souvislosti je však také nutno uvést rozlišení pojmů bioekonomika a biohospodářství. Staffas et al. (2013) uvádějí, že bioekonomika je zaměřena na větší využití obnovitelných přírodních zdrojů a biologických procesů a jejich ekonomický přínos, jejím cílem je zkvalitnění života společnosti. Staffas et al. (2013) dále konstatují, že biohospodářství je takové hospodářství, které je založeno především na biomase, energii, fosilních zdrojích a krmivech. Z tohoto pohledu je tedy možné vyvodit, že bioekonomika je součástí biohospodářství. Je to tedy ekonomika, kde obnovitelné biologické zdroje jsou základními stavebními kameny materiálů, chemikálií a energie (McCormick, Kautto, 2013). Jejím základem je „*zemědělství, lesnictví, akvakultura, potravinářský průmysl, energetika, chemický průmysl a biotechnologická odvětví*“ (Vrabcová et al., 2019, str. 19).

Česká republika samostatnou koncepci k bioekonomice nemá, ale její myšlenky obsahuje řada národních strategií, a to především Strategie resortu Ministerstva zemědělství s výhledem do roku 2030, která byla schválena 2. května 2016 usnesením vlády č. 392. Pro oblast **lesnictví** obsahuje dva základní cíle, a to (MZe, 2016):

- „*trvale udržitelné hospodaření v lesích za soustavného zlepšování jejich stavu a*
- *konkurenceschopnost hodnotového řetězce založeného na lesním hospodářství.*“

Jako další strategické a koncepční materiály, které souvisejí s bioekonomikou a také biomasou, potažmo dendromasou, pak lze zařadit např. Akční plán pro biomasu

v ČR 2012–2020, Národní lesnický program do roku 2013, Zásady státní lesnické politiky, Koncepci Ministerstva zemědělství k hospodářské politice podniku Lesy ČR, s. p. Koncepce bioekonomiky ČR vychází z výše uvedených a mnoha dalších materiálů (MZe, 2016).

V roce 2018 byla v České republice založena Platforma pro bioekonomiku, jejímž cílem je prohlubování znalostí v jednotlivých odvětvích biohospodářství, a to výzkumem a vzděláváním v těchto oborech. Součástí Platformy je také Sekce lesnické bioekonomiky, která má za cíl pomoci k intenzivnímu rozvoji lesnické bioekonomiky, v němž vidí cestu k „*dosažení udržitelného rozvoje naší země*“ (Platforma pro bioekonomiku ČR, 2021).

3.1.2 Udržitelný rozvoj, trvale udržitelné hospodaření v lesích

Jednu z prvních definic trvale udržitelného rozvoje formulovala již v roce 1987 Zpráva Světové komise pro životní prostředí a rozvoj pod názvem Naše společná budoucnost, jakožto oficiální dokument Organizace spojených národů (OSN, 1987), který říká, že: „*Trvale udržitelný rozvoj je takový rozvoj, který zajistí potřeby současných generací, aniž by bylo ohroženo splnění potřeb generací příštích.*“ Je tedy možné říci, že uspokojování potřeb současných generací by se nemělo odehrávat na úkor generací budoucích, přičemž dbát se musí především na rovnováhu mezi přírodou a lidstvem.

V roce 1993 na ministerské konferenci o ochraně evropských lesů v Helsinkách byla vyslovena jedna z nezákladnějších definic udržitelného rozvoje v lesích. Podle Rezoluce H1 (Resolution H1, 1993; překl. ÚHÚL, 2008) je „*trvale udržitelné hospodaření definováno jako správa a využívání lesů a lesní půdy takovým způsobem a v takovém rozsahu, které zachovávají jejich biodiverzitu, produkční schopnost a regenerační kapacitu, vitalitu a schopnost plnit v současnosti i budoucnosti odpovídající ekologické, ekonomické a sociální funkce na místní, národní a globální úrovni a které tím nepoškozují ostatní ekosystémy.*“

Právním řádem České republiky § 6 zákona č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, je udržitelný rozvoj definován jako rozvoj, který současným i budoucím generacím zachovává možnost uspokojovat jejich základní potřeby, a přitom nesnižuje rozmanitost přírody a zachovává přirozené funkce ekosystémů.

Ústav pro hospodářskou úpravu lesů (ÚHÚL, 2012, str. 4) trvalost v rámci lesního hospodaření vidí ve schopnosti „*lesního majetku přinášet nastálo a optimálně těžbu dřeva a ostatní produkty lesa, infrastrukturální služby a ostatní užitky ku prospěchu současných i budoucích generací.*“ ÚHÚL (2012, str. 2) rovněž uvádí 6 kritérií udržitelného lesního hospodářství, a to:

- „*udržení a přiměřené zvyšování lesních zdrojů a jejich příspěvku ke globálnímu koloběhu uhlíku;*
- *zachování zdraví a životaschopnosti lesních ekosystémů;*
- *zachování a podpora produkčních funkcí lesů;*
- *zachování, ochrana a vhodné rozšíření biologické diverzity lesních ekosystémů;*
- *udržování a vhodné zvyšování ochranných funkcí v lesním hospodářství;*
- *zachování dalších společensko-hospodářských funkcí a podmínek.“*

V roce 2013 vydala Rada Evropské unie sdělení Nová strategie v oblasti lesnictví: pro lesy a odvětví založená na lesnictví (Rada EU, 2013), které mělo sjednotit a koordinovat politiky států EU týkající se lesů.

Tato Strategie si jako cíl stanovila podporu přínosu lesů a odvětví na lesnictví založených k cílům EU. Jako hlavní zásady stanoví (Rada EU, 2013):

- „*Udržitelné obhospodařování lesů a multifunkční úloha lesa, poskytování produktů a služeb způsobem, který nenaruší rovnováhu a zajistí ochranu lesů*
- *Účinné využívání zdrojů, optimalizace přínosu lesů a odvětví lesnictví k rozvoji venkova, růstu a vytváření pracovních míst*
- *Globální odpovědnost za lesy s podporou udržitelné produkce a spotřeby produktů lesnictví.“*

Strategie rovněž stanovila základní cíle pro rok 2020, a sice (Rada EU, 2013):

- zajištění, aby na všechny lesy států EU byly uplatňovány zásady udržitelného hospodaření a
- zvýšení příspěvku Evropské unie k podpoře udržitelného obhospodařování lesů a snížení míry odlesňování na globální úrovni.

Hájek et al. (2018) definují udržitelný rozvoj jako způsob uspokojování životních potřeb současného lidstva za podmínky, že nebudou omezeny či narušeny možnosti a svobody generací příštích, a to vše se má odehrávat v souladu lidstva s přírodou. Jak konstatuje Hála (2007) v České republice v současné době s největší pravděpodobností neexistuje místo, o kterém by bylo možné prohlásit, že je zde praktikován trvale udržitelný rozvoj. Dále uvádí, že z historického hlediska u nás existoval, a to nejméně do poloviny 19. století, kdy bylo v roce 1846 na Kladně objeveno uhlí. O cca 50 let dříve se přitom začala zvyšovat lesnatost našeho území rozhodnutím Josefa II. poté, co důsledkem neudržitelného způsobu hospodaření v lesích poklesla až na 25 % rozlohy království (Hála, 2007). I na základě toho lze konstatovat, že Česká republika má příznivé přírodní podmínky pro trvale udržitelný rozvoj na svém území.

3.1.3 Biomasa

Soušek et al. (2020) v pracovní metodice pro privátní poradce v lesnictví za biomasu označují jakoukoli hmotu organického původu. Kromě dendromasy sem řadí také biomasu živočišného původu, fytomasu a biologicky rozložitelné odpady (např. kejda) a odpady vytríděné z ostatních složek (např. biologicky rozložitelný komunální a průmyslový odpad).

Kašinský a Wagner (2019) za biomasu označují organickou hmotu, která vznikla při fotosyntéze v zelených rostlinách, jíž je možné využít jako zdroj energie. Biomasu přirovnávají ke „konzervované energii slunečního záření.“ Její výhody vidí ve snadné skladovatelnosti a možnosti pozdějšího použití, ve využití v dopravě, dále pro výrobu tepla (Kašinský, Wagner, 2019).

Jako biomasa je obecně označována všechna organická hmota naší planety, která se účastní koloběhu živin v biosféře. Jedná se tedy o těla všech organismů: živočichů, rostlin, bakterií, sinic a hub (Vobořil, 2017).

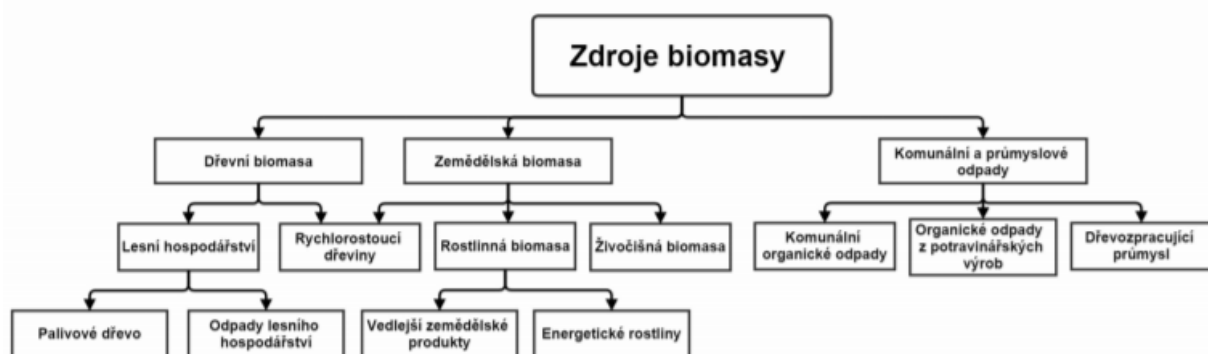
Zákonem č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů je v § 2 písm. b) biomasa definována jako biologicky rozložitelná část produktů, odpadů a zbytků biologického původu z provozování zemědělství a hospodaření v lesích a souvisejících průmyslových odvětvích, zemědělské produkty pěstované pro energetické účely a biologicky rozložitelná část průmyslového a komunálního odpadu.

Quaschnig (2010) definuje biomasu jako hmotu z organického materiálu, zahrnující živé organismy, organické produkty látkové výměny a odumřelé organismy.

Vzhledem k tomu, že asi 0,1 % slunečního záření, tj. zdroje většiny obnovitelných energetických zdrojů, dopadajícího na zem, je přeměňováno v chemickou energii rostlin, Ochodek et al. (2006, str. 9) formulují definici biomasy takto: „*Biomasa je substance biologického původu, která zahrnuje rostlinnou biomasu pěstovanou v půdě a ve vodě, živočišnou biomasu, produkci organického původu a organické odpady.*“

Biomasa je označována za perspektivní zdroj energie s nejvyšším energetickým potenciálem ze všech obnovitelných zdrojů (Šooš et al., 2012; Kašinský a Wagner 2019) mimo jiné shrnují důvody tohoto tvrzení. Z jejich pohledu se tedy jedná o zdroj domácí, trvale udržitelný, obnovitelný, CO₂ neutrální a k životnímu prostředí šetrný.

Trávníček (2015) uvádí, že se jedná se o jeden z nejrozšířenějších a nejuniverzálnějších zdrojů energie na Zemi. Poskytuje výživu, vyrábí se z ní papír, léky, chemikálie, využívá se jako stavební materiál, ale také je palivem, a to už od dob objevení ohně našimi prapředky. Využívá se na výrobu tepla, ale také elektrické energie v moderních spalovacích zařízeních. Její plynné a kapalné formy mohou být využity jako pohon pro motorová vozidla. V tomto případě se jedná o etanol, metanol, dřevoplyn, bioplyn (Trávníček, 2015). Následující obrázek 1 uvádí zdroje biomasy, její dělení na biomasu dřevní, zemědělskou a komunální a průmyslové odpady a další dělení těchto jejích druhů.



Obrázek 1 Zdroje biomasy
Zdroj: Trávníček (2015)

Za energetickou biomasu se považují rostliny, v nichž je akumulována energie slunečního záření, které rostliny využívají k fotosyntéze, kdy v biomase vzniká větší část organických látek z oxidu uhličitého (CO₂) a vody za spolupůsobení enzymů, chlorofylu a světelné energie. A i když je koncentrace slunečního záření v rostlinách poměrně málo účinná, je však dlouhodobá a má nulové ztráty (Vobořil, 2017).

Výhody a nevýhody využití energetického využití biomasy shrnuje Vobořil (2017), viz tabulka 1.

Tabulka 1 Výhody a nevýhody využití biomasy

| Výhody | Nevýhody |
|--------------------------------------|---|
| Využití odpadu | Účinnost při výrobě elektřiny |
| Dostupnost technologií pro spalování | V některých případech nutná úprava paliva |
| Vyrovnaná bilance oxidu uhličitého | Náklady na některé typy úpravy |
| Energie je stále dostupná | Náklady na dopravu |
| Možnosti úpravy paliva | Nutnost skladovacích prostor |
| Možnost využití v domácnostech | Výroba není bez emisí |

Zdroj: Vobořil (2017)

Murtinger a Beranovský (2011) přirovnávají biomasu k energetické konzervě, z níž můžeme čerpat pro své účely sluneční energii, která je zde uložena. Biomasa má příznivý dopad na životní prostředí. Pokud se týká emisí oxidu uhličitého, je biomasa považována za neutrální zdroj energie. Jejím spalováním se uvolňuje pouze tolik oxidu uhličitého, které před tím stromy a rostliny při svém růstu samy vytvořily (Stupavský, 2012a).

Potenciál biomasy

Ve střední Evropě je biomasa nejdůležitějším obnovitelným zdrojem. Její potenciál je poměrně nevyužitý, protože je možné využít ji jak pro výrobu elektrické energie, pro výrobu tepla, pro kombinovanou výrobu, tak i pro výrobu pohonných hmot. Je možné ji dobře skladovat, oproti solární nebo větrné energii je stálým zdrojem energie (Havlíčková, 2010).

Havlíčková (2010) obecně definuje potenciál biomasy ve čtyřech úrovních. Jedná se o **technický potenciál**, který představuje množství energie, které lze získat z biomasy dostupnými technickými prostředky. Tento potenciál nemá praktické využití, je pouze mezistupněm pro stanovení **potenciálu dostupného**, který je

v podstatě potenciálem technickým, jehož zdroje jsou omezeny administrativními, legislativními, technickými nebo environmentálními bariérami. Jako příklad lze uvést např. omezení využití biomasy ve zvláště chráněných územích. Dále Havlíčková (2010) definuje **využitelný potenciál**, což je dostupný potenciál, jenž je omezený využitím přírodního zdroje i pro jiné než energetické účely. Jako příklad je možné uvést využití zemědělské půdy i pro výrobu potravin. Poslední úroveň je **potenciál ekonomicky využitelný (komerční)**. Omezujícími podmínkami jsou zde podmínky legislativní, fiskální a ekonomické, dále dostupnost zařízení, investiční a provozní náklady, energetická politika státu (Havlíčková, 2010).

Vávrová et al. (2014) stanovují výpočet standardního (vzorec 1) a dodatkového (vzorec 2) potenciálu biomasy. Celkový standardní potenciál biomasy P_{BSt} je součet potenciálu zbytkové biomasy z konvenčního zemědělství (zbytková sláma) P_{St} , potenciálu biomasy z energetických plodin pěstovaných na orné půdě P_{EPt} a potenciálu lesní biomasy (dán potenciálem LTZ) P_{LTZt} .

$$P_{BSt} = P_{St} + P_{EPt} + P_{LTZt} \quad (1)$$

Jako zdroje pro navýšení potenciálu biomasy P_{BDt} v krizových situacích Vávrová et al. (2014) ze zemědělské půdy uvádějí:

- Část slámy určené k zaorávání K_{Sp} – při sklizení na nízké strniště se zvýší její výnos;
- Část slámy sklizené a určené k podestýlce zvířat S_z ;
- Štěpka z RRD získaná při zkrácení obmýtní a předčasné sklizni mladších porostů K_{RRD} .

Z lesních porostů a půd pak „další dřevní sortimenty ze standardních nebo krizových těžeb (např. vláknina atd.) – zvýšení podílu dendromasy, která je použita pro energetické účely P_{DS} “ (Vávrová et al., 2014, str. 9).

Celkový dodatkový potenciál biomasy tvoří součet

$$P_{BDt} = P_{St}K_{Sp} + S_z + P_{EPt}K_{RRD} + P_{LTZt} + P_{DS} \quad (2)$$

Dále je problematice standardního a dodatkového potenciálu věnován oddíl 3.2.4 této práce.

3.2 DENDROMASA

Následující podkapitola je věnována dendromase, jež je předmětem zkoumání této bakalářské práce. Na základě shrnutí více odborných zdrojů i legislativy České republiky stanoví definici lesa i dendromasy, její dělení, kategorie, formy a energetické využití. Samostatná část je věnována také potenciálu využití biomasy z lesních těžebních zbytků a uvádí způsoby výpočtu standardního a dodatkového potenciálu.

3.2.1 Zastřešující základní terminologie

V této práci se soustředím čistě na dendromasu jejíž zdroj pochází z lesa, nezahrnuje tedy dendromasu z rychle rostoucích dřevin pěstovaných na zemědělské půdě. Z tohoto důvodu je na místě uvést také definici lesa. Zákonem České republiky o lesích a o změně některých zákonů (lesní zákon) č. 289/1995 Sb. se lesem rozumí lesní porosty s jejich prostředím a pozemky určené k plnění funkcí lesa. Dále tento zákon stanoví, že lesními porosty jsou stromy a keře lesních dřevin, které v daných podmínkách plní funkce lesa. A ty pak definuje jako přínosy podmíněné existencí lesa, které se člení na produkční a mimoprodukční (zákon č. 289/1995 Sb.). Zákon o ochraně přírody a krajiny č. 114/1992 Sb. les nedefinuje. V této souvislosti si Flora (2001) všímá skutečnosti, že definice pojmu „les“ se poprvé objevuje až v lesním zákonu č. 289/1995 Sb. Do té doby lesní právo pracuje pouze s pojmy lesní půda (popř. lesní fond, příp. lesní půdní fond či pozemek určený k plnění funkcí lesa) a pojmem les, ovšem bez jasné definice (Flora, 2001).

Matějčec (2003, str. 6) uvádí, že mezinárodní definice lesa zní takto: *„Pozemek se stromovým pokryvem (nebo ekvivalentní úrovni zakmenění) více než 10 % plochy větší než 0,5 ha. Stromy by měly být schopny v dospělosti dosáhnout minimální výšky 5 m in situ. Může se skládat buď z uzavřeného lesního útvaru, kde stromy různých etází a podrost pokrývají vysokou část pozemku nebo z otevřeného lesního útvaru se stálým vegetačním krytem, který koruny stromů pokrývají z více jak 10 %.“*

Lesnický naučný slovník (Vlková, Poleno, 1994, str. 466) stanoví, že je les *„velmi složitý heterotypický systém, který můžeme chápat jako lesní ekosystém či lesní geobiocenózu nebo biocenózu nebo fytoocenózu. Pro všechny uvedené systémy je společné to, že v jejich rostlinné složce tvoří základní determinantní a edifikátorovou složku dřeviny stromovitého vzrůstu.“*

Podle ČSÚ se v současné době lesy na území České republiky nacházejí na více než 2,5 milionech hektarech půdy (ČSÚ, 2019a), přičemž 60 % z toho je ve vlastnictví státu, 21 % náleží soukromým vlastníkům, 15 % obcím, zbytek ostatním vlastníkům (ČSÚ, 2019b).

3.2.2 Dendromasa – definice

Chytrý (2007) uvádí, že většina dendromasy byla vždy využívána jako zdroj energie, jen minimum k výrobě nástrojů nebo výstavbě obydlí. Postupem doby byla dendromasa využívána ve stále větším množství řemesel a lidských činností, avšak s rozvojem využití dřevní biomasy dochází k jejímu třídění na dendromasu vhodnou k další výrobě a na dendromasu vhodnou pouze k energetickému využití (Chytrý, 2007).

Výzkumný a vývojový ústav dřevařský Praha (2016) (dále VVÚD) konstatuje, že jako obnovitelná surovina je dřevo pro materiálové potřeby využíváno již od roku 1750. V Evropě se nachází především v severní a střední, převážně ve formě jehličnatých lesů. Původní smíšené a listnaté porosty, které byly určeny zejména k zajištění tepla, byly v uvedeném období postupně nahrazovány výše zmíněnými porosty jehličnatými, určenými v hlavní míře k materiálovému využití. Využívání fosilních paliv tak v podstatě zachránilo existenci evropských lesů. V poslední době se ovšem opět vrací důležitost dřeva jako náhrady fosilních paliv. VVÚD (2016) ve svém projektu dále uvádí, že dřevo v současnosti opět přináší dvojí účinek, jako materiál, a jako důležitý článek v přechodu na bioekonomiku a využití potenciálu přírodních surovin pro rozvoj lidské populace a zmírnění dopadu probíhajících klimatických změn.

Ústav pro hospodářskou úpravu lesů pravidelně zpřesňuje svoji metodiku pro privátní poradce a vlastníky lesa, kde se zaměřuje mimo jiné na dendromasu s cílem napomoci poznání jejího potenciálu. V té poslední, z roku 2020 (ÚHÚL, 2020), uvádí, že v současnosti je v českých lesích zdrojem dendromasy k energetickému využití zejména nehroubí. Upozorňuje však, že vzhledem k vývoji poptávky a nabídky je nutné uvažovat i o využití hmoty hroubí. V souvislosti s kůrovcovou kalamitou, ke které došlo v posledních letech, se tak dá předpokládat, že v určitých místech bude ELB nadbytek, což bude mít vliv na snížení její výkupní ceny (ÚHÚL, 2020).

Přednosti dendromasy před fosilními palivy z enviromentálního hlediska (Soušek et al., 2020):

- lehká biologická odbouratelnost,
- minimální emise,
- vyrovnaná bilance CO₂.

Technické přednosti (Soušek et al., 2020):

- snadná skladovatelnost,
- energetická stabilita oproti jiným OZE,
- stálá dostupnost.

Také Soušek et al. (2020), stejně jako ÚHÚL (2020) uvádějí, že české lesy jako zdroj biomasy poskytují především zbytky z mytních těžeb – tedy nehroubí. A dále konstatuje, že v posledních letech se využívání energetické lesní biomasy (ELB) v České republice zvyšuje a lze předpokládat, že na některých místech jí bude přebytek, a to především v souvislosti s kůrovcovou kalamitou. Tato situace zřejmě ovlivní výkupní ceny ELB (Soušek et al., 2020).

Podle Stupavského (2012b) je v současné době za lesní biomasu označováno palivové dřevo, dřevní hmota z probírek a prořezávek, části dřevní hmoty po těžbě a rychlerostoucí dřeviny pěstované na lesní půdě, kromě toho též kůra lesní stromů. Dendromasa je využívána pro výrobu elektrické energie, a to jednak čistým spalováním nebo spoluspalováním, a rovněž pro výrobu tepla v lokálních i centrálních zdrojích (Stupavský, 2012b).

Lesnický naučný slovník dendromasu definuje takto (Vlková, Poleno, 1994, str. 52): „...z hlediska zpracování a dalšího využití jde o tenké dříví, větve a vršky, případně zbytky po těžbě a manipulaci i zpracování dřeva. Tento materiál, který byl dříve průmyslově nezpracovatelný se štěpkuje a dále zpracovává buď netříděný nebo tříděný, případně se využívá jako palivo.“

Chytrý (2007) uvádí, že dendromasa je biologická hmota stromů, která během biologických procesů odumírá a rozkládá se. Jen velice malá část dendromasy se nahromadila pod povrchem Země a přeměnila se na neobnovitelné zdroje energie. Jedná se o ty zdroje, které člověk spotřebovává rychleji, než jsou tyto schopny

se obnovit. Lze tedy říct, že např. uhlí je sice obnovitelný zdroj energie, ale mezi jeho tvorbou a využitím je velice dlouhá doba. Za obnovitelný je tedy označován takový zdroj energie, kdy je při jeho využívání příroda schopna ve stejném časovém období toto množství obnovit (Chytrý, 2007). Obnovitelným zdrojem však bude dendromasa pouze do té doby, dokud nedojde k narušení rovnováhy mezi jejím přírůstem a využitím. Lze tedy konstatovat, že v okamžiku, kdy přírůst nebude pokrývat potřeby společnosti, musí být dendromasa zařazena mezi zdroje neobnovitelné (Chytrý, 2007).

Trávníček (2015) mezi dendromasu řadí:

- Lesní a plantážní dřevo (celé stromy, kulatina, zbytky po těžbě dřeva, kůra z lesních prací, polena, dřevní biomasa z údržby krajiny).
- Dřevozpracující průmysly, vedlejší produkty a zbytky (Chemicky ošetřené dřevěné zbytky, chemicky neošetřené dřevěné zbytky, vláknité odpady rostlinného původu z celulózového a papírového průmyslu).
- Použité dřevo (jak chemicky ošetřené, tak neošetřené).

Trávníček (2015) také konstatuje, že v současné době získává využití dřevní biomasy stále větší oblibu. Dřevo je obnovitelná surovina produkovaná lesem, jehož obnova je porovnáвана s délkou lidského života. Jeho využívání vede ke snížení množství skleníkového plynu CO₂ do ovzduší, jedná se o látkově a termicky využitelný, biologicky rozložitelný materiál, při jeho zpracování je vyloučený vznik nezpracovatelného odpadu (Trávníček, 2015). Vzhledem k nárůstu cen fosilních paliv, které vycházejí z ekologické zátěže a omezenosti zdrojů, jeví se dřevo jako perspektivní zdroj (Trávníček, 2015). Tabulka 2 uvádí výhřevnost některých druhů dendromasy.

Tabulka 2 Výhřevnost některých druhů dendromasy

| Dřevní biomasa | Výhřevnost [kJ·kg ⁻¹] |
|---|-----------------------------------|
| Dřevní štěpka | 10 509 |
| Piliny | 10 511 |
| Průmyslové odřezky vznikající při výrobě lepených dřevěných desek | 16 000 |
| Průmyslové odřezky vznikající při výrobě kulatiny | 10 500 |
| Zbytková kulatina | 10 520 |

Zdroj: Trávníček (2015)

Dělení biomasy

Základní dělení biomasy podle místa vzniku stanoví Příloha č. 1 k vyhlášce 477/2012 Sb., o stanovení druhů a parametrů podporovaných obnovitelných zdrojů pro výrobu elektřiny, tepla nebo biometanu a o stanovení a uchování dokumentů. Pro účely této práce jsou podstatné druhy: **Lesní biomasa**, konkrétně kategorie 2 odstavec o) „Zbytková hmota z těžby dřeva, tzv. nehroubí, tj. dřevo do průměru 7 cm a zbytkové produkty z jejího zpracování včetně kořenů (pařezů), biomasa vzniklá v lese z probírek a prořezávek, dřevní hmota z údržby veřejné a soukromé zeleně včetně tratí, vodotečí, rozvodů elektřiny apod. a zbytkové produkty jejího zpracování, včetně jejich úprav pro přepravu ke konečnému spotřebiteli biomasy.“ Dále se jedná o druh **Vedlejší produkty dřevozpracujícího průmyslu**, kategorie 3 odstavec g) „Zbytková dřevní hmota vznikající při výrobě celulózy včetně kůry, včetně vedlejších produktů z jejího zpracování a včetně jejich úprav pro přepravu ke konečnému spotřebiteli biomasy“, odstavec h) „odřezky ze dřeva určené pro materiálové využití, včetně vedlejších a zbytkových produktů jejich zpracování a včetně jejich úprav pro přepravu ke konečnému spotřebiteli biomasy“, odstavec i) „štěpka vzniklá při pilařském zpracování odkorněného a neodkorněného dřeva, odstavec“ j) „ušlechtilá paliva vyrobená z biomasy kategorie 3 uvedené pod písmeny a) a c) až h)“ přičemž pod pojmem ušlechtilá paliva si můžeme představit brikety a pelety z biomasy. Kategorie 2 odstavec q) „použité dřevo, použité výrobky vyrobené ze dřeva a dřevěných materiálů, dřevěné obaly včetně vedlejších a zbytkových produktů jejich zpracování a včetně jejich úprav pro přepravu ke konečnému spotřebiteli biomasy“ stanoví definici posledního druhu, a to **Dřevní odpad**.

3.2.3 Lesní biomasa – energetické využití

ÚHÚL (2020) udává, že k rozvoji využití biomasy pro energetické účely dochází v České republice v posledních 20 letech. Výroba tepla, elektrické energie nebo jejich kombinace – to jsou hlavní způsoby využití biomasy pro energetické účely. K tomu slouží tyto hlavní procesy (ÚHÚL, 2020):

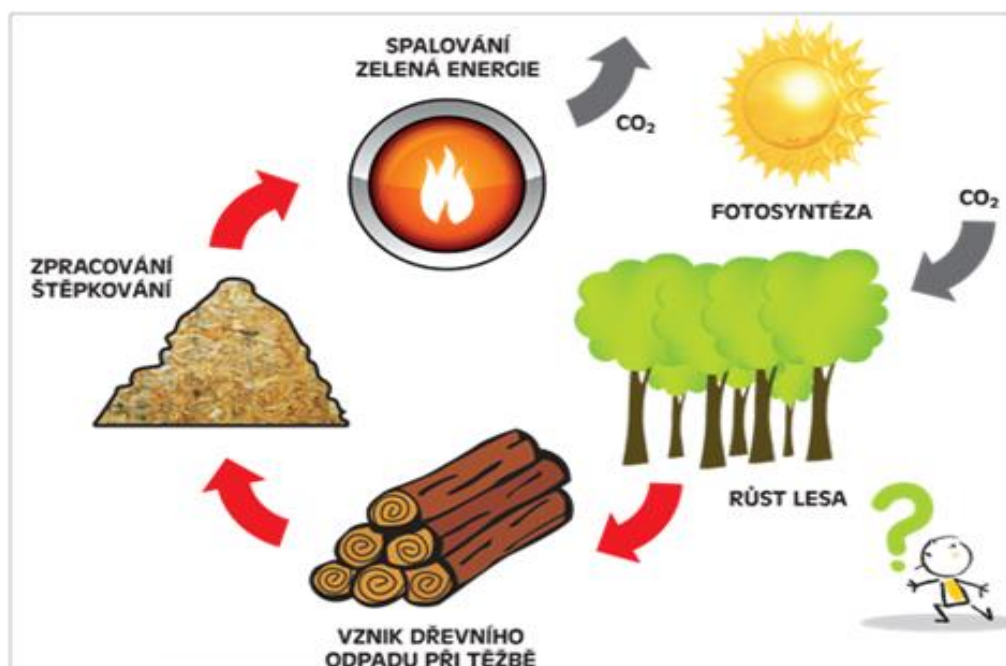
- Přímé spalování – buď samostatně (zejména v domácnostech) nebo jako součást palivového mixu v teplárnách při výrobě elektrické energie ve spalovacích zdrojích.

- Zplyňování – komplikovaná termochemická přeměna paliva za nedostatku kyslíku (též Krátký, Jirout, 2015).
- Kogenerace – kombinovaná výroba tepla a elektrické energie.

Soušek et al. (2019) konstatují, že pro energetické účely je možné využít zbytkovou dendromasu (lesní biomasu) z lesnictví a dřevařského průmyslu. Jedná se zejména o zbytkovou dřevní hmotu z těžby dřeva, prořezávek a probírek, dále o zbytky a odřezky z dřevozpracujícího průmyslu, ale také o palivové dřevo, přičemž je vždy nutné vzít v úvahu ekonomické a stanovištní aspekty, tedy vysoké dopravní a manipulační nároky a také místní dostupnost zdroje (Soušek et al., 2019).

Dále Soušek (2019) mimo jiné uvádí, že těžební zbytky by měly být využívány především z hospodářských lesů (stanovených podle zákona o lesích č. 289/1995 Sb.). Vzhledem k tomu, že zbytková hmota je nedílnou a velice významnou součástí při tvorbě humusu a je zdrojem živin a organických látek důležitých pro udržení stability ekosystému, je nutné dbát na správný výběr stanovišť pro její odběr. V tomto smyslu tedy není možné odebírat zbytkovou hmotu na prudkých kamenitých svazích, na rašelinách, v ochranných lesích, na místech s vysýchavou, kyselou a chudou půdou (Soušek, 2019).

Na obrázku 2 (Maixnerová, Vágnerová, 2020) je uveden princip energetického využití dendromasy, jehož počátek je v cyklu pobíhající fotosyntézy, během kterého je CO₂ vázán do lesních porostů. V průběhu výše zmíněného cyklu dochází k těžbě dříví, při níž vzniká dřevní odpad, který je dále zpracováván na dřevní štěpku, jejímž spalování se vyrábí tzv. zelená energie. Jak je z uvedeného obrázku zřejmé, spalováním dřevní biomasy se do ovzduší vypouští znovu CO₂, ale jeho množství se rovná množství, které lesní porosty znovu na sebe navážou. Spalování biomasy má tedy téměř nulovou bilanci CO₂.



Obrázek 2 Princip energetického využití dendromasy

Zdroj: Maixnerová, Vágnerová (2020)

Podle statistik ČSÚ od roku 2009 neustále stoupá dodávka lesních těžebních zbytků (LTZ) na trh a hlavním dodavatelem jsou Lesy České republiky, s. p. Tabulka 3 uvádí přehled dodávky LTZ v letech 2009–2017.

Tabulka 3 Dodávky LTZ v letech 2009–2017

| Rok | Objem [mil. m ³] |
|------|------------------------------|
| 2009 | 0,9 |
| 2010 | 1,1 |
| 2011 | 1,7 |
| 2012 | 1,9 |
| 2013 | 1,8 |
| 2014 | 1,8 |
| 2015 | 2,0 |
| 2016 | 1,9 |
| 2017 | 2,1 |

Zdroj: Soušek et al. (2019)

Z tabulky 3 je patrné, že zvláště od roku 2011 dochází ke zvýšení objemu dodávek LTZ, což se dá přisuzovat větším těžbám, ke kterým dochází také v souvislosti s kůrovcovou kalamitou, viz další kapitoly této práce.

3.2.4 Potenciál využití biomasy z lesních těžebních zbytků

Vávrová et al. (2014, str. 21) konstatují, že **standardní potenciál** dendromasy, který je dostupný za nekrizových podmínek a za dodržení pravidel odběru tvoří „*lesní těžební zbytky (bez kořenů, pařezů a asimilačních orgánů) vznikající z mýtní úmyslné těžby a případně soustředěné těžby nahodilé.*“ Uvádí také, že intenzita sběru je max. 80 % obnovované plochy s tím, že 20 % lesních těžebních zbytků je ponecháno na pasece. V případě energetické krize lze využít méně kvalitní hroubí, které by za normální situace bylo určeno pro jiné účely. V tomto případě se jedná o **dodatkový potenciál**, který je tvořen zejména palivem (dendromasa 6. sortimentní třídy), vlákninou (5. třída), důlním dřívím (4. třída), přičemž ani za krizových podmínek není pro energetiku využíván nejkvalitnější sortiment, tedy kulatina (Vávrová et al., 2014).

Výpočet stanovení standardního potenciálu LTZ

Vávrová et al. (2014) stanoví, že zdrojem údajů pro zjištění množství LTZ jsou údaje o porostních zásobách hroubí, které jsou obsaženy v lesních hospodářských plánech (LHP) a lesních hospodářských osnovách (LHO). Na základě vyhlášky MZe č. 84/1996 Sb. jsou LHP a LHO vypracovávány na všechny lesní hospodářské celky České republiky na období deseti let. Pro údaje o zásobách hroubí s kůrou jsou využity výhledy těžeb obnovních. Výpočet stanovení standardního potenciálu stanoví legislativní postup obsažený ve výše uvedené vyhlášce č. 84/1996 Sb., § 8, odst. 8 až 10. Vzhledem k předpokladu rovnoměrného rozdělení těžeb během decennia, mělo by dojít k rozložení množství LTZ na 1/10 ročně, stejně jako k rozložení těžeb během roku na 1/12 měsíčně (Česko, 1996; Vávrová et al., 2014).

Pro výpočet standardního potenciálu pro energetické využití je možné použít pouze LTZ z oblastí, které náleží do kategorií (Macků, 2009, ÚHÚL, 2009, Vávrová et al., 2014):

- riziko přijatelné a
- podmíněně přijatelné riziko.

Tyto kategorie byly stanoveny na základě analýzy pro odběr lesní biomasy z lesních ekosystémů a jejich přehled je uveden jako přílohy 6, 7 a 8 této práce.

Výpočet dodatkového potenciálu lesní biomasy (hroubí)

Pro výpočet dodatkového potenciálu, tedy množství hroubí, které by bylo dostupné v krizové situaci, stanoví Vávrová et al. (2014), že se vychází ze zásob hroubí s kůrou, na něž lze použít modelace výhledů těžeb obnovních. Stejně jako u potenciálu standardního se předpokládá rozložení těžeb rovnoměrně do všech let decennia (1/10 ročně), i rozdělení během jednotlivých měsíců roku (1/12 měsíčně). Výpočet je daný legislativním postupem vyhlášky č. 84/1996 Sb., odst. 8 až 10.

Vávrová et al. (2014) dále konstatují, že pro výpočet dodatkového potenciálu hroubí z mylných těžeb se využije 6., 5. a 4. sortimentní třída (vysvětlení tříd viz výše). Vávrová et al. (2014; str. 31) také stanovují, že „*Takto formulovaný doplňkový potenciál se vypočte jako 43,78 % objemu hroubí dle LHP/LHO pro příslušný katastr.*“ Do výpočtu jsou pak započítány lokality s přijatelným a podmíněně přijatelným rizikem pro odběr LTZ, viz Přílohy 6, 7 této práce.

3.2.5 Formy dřevěných paliv

Trávníček (2015) uvádí, že dřevo lze označit za jeden z nejdůležitějších palivových zdrojů, jehož výhodou je ta vlastnost, že si uchovává svůj energetický obsah a dokonce jej v prvních dvou až třech letech zvyšuje. Dále Trávníček (2015) konstatuje, že v uvedené době dochází k vysychání dřeva a nedochází tak ke snižování výhřevnosti jako v případě spalování dřeva vlhkého, kdy se vlhkost uvolňuje až ve spalovacím zařízení, kdy klesá teplota spalování, což vede k nedostatečnému zoxidování jednotlivých spalitelných složek, zvyšuje se kouřivost, zanáší se spalinové cesty a snižuje se životnost kotle. Pokud je spalováno dřevo o správné vlhkosti, hoří téměř bez kouře, nešpiní, dobře se zapaluje, tvoří málo popele, který je možné využívat jako přírodní hnojivo (Trávníček, 2015).

Trávníček (2015) stanoví tyto formy dřevěných paliv: **palivové dřevo, brikety, štěpka, pelety.**

Palivové dřevo je většinou určeno pro vytápění rodinných domů a je nutné jej ručně zpracovat (Stupavský, 2012a; Trávníček, 2015). Vzniká při lesnické výrobě, při manipulaci se dřevem a je využíváno částí kmenů či větví, které kvalitativně

nevyhovují požadavkům na materiál vyšší jakosti (Trávníček, 2015). Je dodáváno v podobě kulatiny, polen nebo polínek Stupavský, 2012b).

Stupavský (2012a) vidí hlavní výhodu **palivového dřeva** v tom, že se jedná o snadno dostupnou a obnovitelnou surovinu a řadí ji mezi nejlevnější paliva určená k vytápění. Jako nevýhodu uvádí více práce (přikládání...), časovou náročnost a nároky na uskladnění, pokud je v potaz bráno to, že je nutné nechat dřevo přibližně dva roky vysychat. Stupavský (2012a) dále také rozděluje dřevo podle tvrdosti na tvrdé a měkké. Tvrdé dřevo pochází z listnatých stromů a slouží k vytvoření a udržení žáru v kotli. Měkké dřevo je z jehličnatých stromů a slouží k zatápění a rychlému vyhřátí místnosti (Stupavský, 2012a).

Brikety definuje Trávníček (2015) jako válcovitá, obdélníkovitá nebo n-úhelníková tělesa, jejichž průměr je 4–10 cm a délka 15–25 cm. Vyrábí se drcením, sušením a lisováním za tepla z odpadní biomasy, a to bez použití jakýchkoli chemických přísad (Trávníček, 2015). Pokud jsou brikety větších rozměrů, mají uprostřed díru, která zajišťuje lepší přístup vzduchu a tím i lepší hoření. Výhody briket: vysoká výhřevnost (16–19 MJ.kg⁻¹), nízká popelnatost 0,5–4 %), téměř neomezená skladovatelnost, jednoduchá manipulace, bezprašnost (Trávníček, 2015).

Zřejmě nejnovější formou dřevěného paliva jsou **pelety**. Trávníček (2015) uvádí, že se jedná se o granule kruhového průřezu o průměru 5–8 mm a délce 5–30 mm. Vyrábějí se z odpadního materiálu – piliny a hobliny – bez chemických přísad. Mezi jejich výhody lze zařadit nízký obsah vlhkosti (8–12 %), relativně vysokou hustotu materiálu (min. 650 kg·m⁻³), tím pádem i vysoká výhřevnost (17 až 20 MJ·kg⁻¹), nízký obsah popela (1–2 %). Těmito vlastnostmi se pelety vyrovnají hnědému uhlí (Trávníček, 2015).

Stupavský (2012 a) shrnuje, že **brikety a pelety** jsou:

- ekologicky ušlechtilé palivo.
- maximálně šetrné k životnímu prostředí, protože neobsahují chemické přísady.
- vyráběny z dřevní, okrajově také rostlinné biomasy (sláma, seno, energetické rostliny a zemědělské zbytky).

Jako **štěpku** Trávníček (2015) označuje 2–4 cm dlouhé kusy dřeva vyráběné z dřevních odpadů (z kůry, větví, kmenů menších průměrů) štěpkováním. Výhody štěpky: rychle schne, při použití zásobníku a dopravníku paliva umožňuje i automatický provoz kotlů (Trávníček, 2015). Její výhřevnost uvádí tabulka 4 a odvíjí se od jejího složení, vlhkosti a původu.

Tabulka 4 Výhřevnost štěpky podle vlhkosti

| Stav štěpky | Obsah vody (%) | Výhřevnost (MJ/kg) |
|-------------|----------------|--------------------|
| Čerstvá | 55 | 7 |
| Zavadlá | 40 | 10,5 |
| Polosuchá | 30 | 12,2 |
| Suchá | 20 | 15 |

Zdroj: Stupavský (2012 b)

Kromě výše uvedených řadí Stupavský (2012 b) v rámci monografie více autorů mezi formy dřevěných paliv ještě **kůru stromů, zbytkovou biomasu a zbytky ze zpracování dřeva**. Uvádí, že **kůra stromů** vzniká při zpracování dřeva nebo jako zbytek po těžbě. Kůra používaná pro energetické účely musí být vysušená. Vlivem různých nečistot a chemického složení kůry dochází ke vzniku některých negativních vlivů, se kterými je nutné počítat jak při jejím spalování, tak při využití popela u kůry jako hnojiva zemědělské půdy (Stupavský, 2012 b).

Do kategorie zbytkové biomasy ze skupiny dendromasy Stupavský (2012b, str. 18) zahrnuje „zbytky při zpracování dřeva v dřevařském, papírenském a dřevozpracujícím průmyslu.“ Sem patří štěpka, kusové zbytky ze zpracování dřeva např. v nábytkářském průmyslu, dřevozpracujícím průmyslu, dále pak hobliny a piliny. Využívány jsou především při výrobě briket (Stupavský, 2012b).

Podle šetření MPO z roku 2017 lze konstatovat, že 40 % celkové energie vyrobené u nás z obnovitelných zdrojů pocházelo z vytápění domácností biomasou a naprostou většinu těchto zdrojů tvořilo kusové dřevo (Lyčka, 2019).

3.3 ENERGETICKÁ BILANCE ČESKÉ REPUBLIKY – POZICE OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ, ENERGETICKÉ VYUŽITÍ DENDROMASY

Následující kapitola je věnována energetickému využití lesní biomasy, uvádí její pozici mezi obnovitelnými zdroji energie a poskytuje přehled vývoje výroby elektřiny a tepla z jednotlivých jejích druhů.

3.3.1 Energetická bilance České republiky a pozice obnovitelných zdrojů

Souhrn energetických statistických dat Českého statistického úřadu (ČSÚ), Energetického regulačního úřadu (ERÚ) a Ministerstva průmyslu a obchodu (MPO) tvoří Energetickou bilanci (EB) České republiky, která „sleduje množství paliv a energií, která jsou k dispozici (primární energetické zdroje), co se s nimi děje (transformace) a kde a jak dochází k jejich spotřebě/využití.“ (Veveřková, 2019)

Energetická bilance (Veveřková, 2019) stanoví, že hlavním primárním zdrojem energie (PEZ) mezi obnovitelnými zdroji energie je biomasa, kterou tvoří palivové dřevo, dřevní odpad, brikety, pelety celulóznové výluhy a rostlinné materiály.

Tabulka 5 Primární energetické zdroje v roce 2019

| | Energie z OZE celkem [GJ] | Podíl na energii z OZE (%) |
|-------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Biomasa (mimo domácnosti) | 51 524 676 | 25,11 % |
| Biomasa (domácnosti) | 84 439 843 | 41,16 % |
| Vodní elektrárny | 7 228 904 | 3,52 % |
| Bioplyn | 24 331 835 | 11,86 % |
| Biologicky rozložitelná část TKO | 3 256 903 | 1,59 % |
| Kapalná biopaliva | 14 292 732 | 6,97 % |
| Tepelná čerpadla | 8 489 332 | 4,14 % |
| Solární termální systémy | 767 306 | 0,37 % |
| Větrné elektrárny | 2 520 050 | 1,23 % |
| Fotovoltaické elektrárny | 8 321 666 | 4,06 % |
| Celkem | 205 173 308 | 100,00 % |

Zdroj: MPO (2019)

Tabulka 5 uvádí druhy PEZ, energii z OZE celkem a podíl na energii z OZE v roce 2019. Zvýrazněna je biomasa, jíž je věnována tato práce. Je evidentní, že její podíl na OZE je nejvyšší, tvoří více než 66 %.

3.3.2 Energetické využití dendromasy

Vláda České republiky schválila dne 12. září 2012 Akční plán pro biomasu v ČR na období 2012–2020 (dále jen APB) sestavený Ministerstvem zemědělství ČR (MZe ČR), který „představuje analýzu využití biomasy v ČR pro energetické účely a navrhuje opatření vhodná pro udržitelnost zemědělsko-energetického propojení do roku 2020. Cílem tohoto materiálu je tudíž propojit hlavní sektorovou prioritu určení potenciálu zemědělské půdy pro zajištění 100 % potravinové soběstačnosti země s možností efektivního využití zbývajících potenciálu zemědělské půdy ČR a lesní dendromasy pro energetickou potřebu.“ (MZe ČR, 2012, str. 5). APB má upřesnit odhad přínosu biomasy pro energetickou bilanci (MZe, 2012). APB stanoví, že lesní dendromasa se skládá z lesních těžebních zbytků, které se využívají ve formě štěpky v teplárenství a elektroenergetice, dále z palivového dřeva – převážně pro vytápění domácností a ze zbytků z dřevozpracujícího průmyslu – pro výrobu pelet a briket a pro vlastní potřebu (MZe, 2012).

APB (2012) odhaduje celkový energetický potenciál dřevní biomasy 44,3–48,4 PJ. Avšak při odečtení potenciál palivového dřeva, které je spalované především v domácnostech, tento potenciál pak činí 26,3–30,4 PJ. APB tento potenciál považuje až do roku 2020 za stabilní. Potenciál energeticky využitelné lesní dendromasy uvádí tabulka 6.

Tabulka 6 Potenciál energeticky využitelné lesní biomasy

| Název | PJ | Střední hodnota | % |
|---|------------------|-----------------|------------|
| Palivové dříví (bez domácností) | 0,5–0,6 | 0,55 | 2 |
| LTZ | 4,8 | 4,8 | 17 |
| Kůra | 4–6 | 5 | 18 |
| Odpad z dřevozpracující výroby | 8–10 | 9 | 32 |
| Využití odpadů z dalšího zpracování dřeva | 9 | 9 | 31 |
| Celkem | 26,3–30,4 | 28,4 | 100 |
| Palivové dříví (domácnosti) | 18 | 18 | - |

Zdroj: MZe (2012)

V září 2020 vydalo Ministerstvo průmyslu a obchodu statistickou zprávu, která shrnuje využití obnovitelných zdrojů energie v roce 2019. Pro potřeby své práce se soustředím pouze na energetické využití dendromasy. MPO (2020, str. 5) za obnovitelné zdroje energie v podmínkách ČR označuje „nefosilní přírodní zdroje

energie, tj. energie vody, větru, slunečního záření, pevné biomasy a bioplynu, energie okolního prostředí, geotermální energie a energie kapalných biopaliv.“

Následující tabulky 7 a 8 uvádějí hrubou výrobu elektřiny a tepla v roce 2019 a jejich podíl na elektřině a teple v rámci OZE. Jasně z nich vyplývá, že dendromasa je využívána především pro výrobu tepla, a to v největší míře v domácnostech.

Tabulka 7 Výroba elektřiny z dendromasy v roce 2019

| | Hrubá výroba elektřiny (MWh) | Podíl na elektřině z OZE (%) | Podíl na hrubé výrobě elektřiny (%) |
|------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| Biomasa celkem | 2 398 734 | 23,86 % | 2,76 % |
| Palivové dřevo | 146 | 0,00 % | 0,00 % |
| Štěpka apod. | 1 229 830 | 12,24 % | 1,41 % |
| Brikety a pelety | 214 521 | 2,13 % | 0,25 % |

Zdroj: MPO (2020)

Tabulka 8 Výroba tepla z dendromasy v roce 2019

| | Hrubá výroba tepla (GJ) | Podíl na teple z OZE (%) |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Biomasa celkem | 87 484 042 | 84,42 % |
| Biomasa mimo domácnosti | 24 154 160 | 23,31 % |
| Palivové dřevo | 419 948 | 0,41 % |
| Štěpka apod. | 11 903 110 | 11,49 % |
| Brikety a pelety | 917 466 | 0,89 % |
| Biomasa domácnosti | 63 329 882 | 61,12 % |

Zdroj: MPO (2020)

Uvedená statistika MPO pro své účely energetickým využíváním biomasy rozumí *„spalování dřevní a rostlinné hmoty, včetně celulózových výluhů, a to jak samostatně, tak spolu s neobnovitelnými palivy za účelem výroby elektřiny či tepla.“* (MPO, 2020, str. 12). Rovněž stanoví kategorie dělení biomasy, kdy pro tuto práci jsou stěžejní tři, a to:

- Palivové dřevo,
- dřevní odpad, piliny, kůra, štěpky, zbytky po lesní těžbě a
- brikety a pelety.

Pokud se jedná o výrobu tepla v domácnostech, zde odhad spotřeby OZE poněkud problematičtější, protože oproti klasickým palivům jsou data nedostupná. Pro účely této statistiky jako biomasu stanoví MPO „palivové dříví získané z lesa, z údržby městské a venkovské zeleně, získané samosběrem či nákupem u obchodníků s palivy nebo u podniků disponujících touto surovinou. Současně je zde však zahrnut veškerý dřevní odpad – klestí, piliny, odřezky, staré palety, stavební nebo dříve jinak využitě dřevo – tedy vše, co je ze dřeva a čím lidé v domácnostech topí.“ (MPO, 2020, str. 25) Spotřeba briket a pelet stále roste, přesto však představují menší část spotřeby.

K tomuto závěru došla také Gračková (2020), která uvádí, že nejčastějším zdrojem pro výrobu energie z biomasy, v případě této práce dendromasy, je štěpka, pelety a brikety, že palivové dřevo nebylo využíváno pro výrobu elektřiny, a i při výrobě tepla ve firmách nemělo významnou pozici, a to na rozdíl od jeho využití při produkci tepla v domácnostech, kde zaujímal daleko významnější podíl.

3.3.3 Investiční potenciál dřevní biomasy

Gračková (2020), stejně jako statistiky MPO (2020) uvádí, že do roku 2017 využití biomasy pro výrobu energií neustále stouvalo, a to jak ve firmách, tak v domácnostech. Poté začalo ve firmách klesat, v domácnostech stouvalo dále. Výše uvedení shrnují, že ve firmách byla k výrobě energií z dendromasy nejvíce využívána štěpka a dřevní odpad, následovaly pelety a brikety. Palivové dřevo se pro výrobu elektřiny téměř nevyužívalo, pro výrobu tepla jen spíše výjimečně. Daleko větší uplatnění mělo palivové dříví pro produkci tepla v domácnostech. Spotřeba briket a pelet je zde sice nižší, ale v posledních letech narůstá také. V roce 2004 bylo v domácnostech pro výrobu tepla spotřebováno cca 6,7 mil. prmr palivového dřeva, v roce 2019 to bylo již téměř 11,5 mil. prmr. Briket a pelet bylo v roce 2004 spotřebováno 25 tis. tun, v roce 2019 již 201 tis. tun (MPO, 2020).

Z toho je zřejmé, že zájem o využití dřevní biomasy k vytápění domácností sice pomalu, ale jistě narůstá. Investice do kotlů na biomasu není nejnižší a její návratnost je poměrně dlouhodobá, s ohledem na nesporné výhody topení biomasou (ekologické, úsporné palivo se snadnější údržbou) a při využití dotací od státu, se však přesto dostává topení na biomasu do popředí zájmu veřejnosti. Vzhledem k tomu i největší tuzemský výrobce topenářské techniky Viadrus v posledních dvou letech na tuto skutečnost zareagoval a změnil svůj výrobní program. V současné době se tedy

specializuje na výrobu kotlů na biomasu, čímž se snaží vyjít vstříc jak požadavkům spotřebitelů, tak přispět k plnění zpřísněných ekologických podmínek Evropské unie. Od srpna 2019 je tedy ve výrobě kotel Viadrus U22 Economy na spalování kusového dřeva, který vyhovuje všem legislativním požadavkům, k jejichž zpřísnění dojde od roku 2022 (Viadrus, 2020a). Podle generálního ředitele společnosti Petra Teichmana je od června 2020 vyráběn nový ekologický litinový kotel na spalování kusového dřeva, jenž vychází právě z uvedeného typu Viadrus U22 Economy, a to Viadrus E22 Economy, který bude mít certifikaci pro kotlíkové dotace (Viadrus a. s., 2020b). Další novinkou firmy Viadrus na trhu, a to od roku 2020, je nový kotel na spalování pelet Viadrus U22 Economy Pellet, u kterého firma uvádí jako výhody vysokou účinnost, automatický provoz a je možné čerpat na něj kotlíkové dotace (viz oddíl 2.5.1 této práce). Oba tyto kotle splňují 5. emisní třídu podle ČSN 303–5 (Viadrus, 2020a).

Pozadu v tomto směru nezůstává ani rodinná česká firma Atmos, jeden z největších evropských výrobců kotlů na pevná paliva, která cca 80 % své produkce vyváží do zahraničí. Sortiment firmy zahrnuje mimo jiné zplynovací kotle na dřevo, automatické kotle na pelety a kombinované kotle na zplynování dřeva v kombinaci s hořákem na pelety (Atmos, 2021a). U svých zplynovacích kotlů na dřevo firma garantuje dokonalé spalování a minimum škodlivých exhalací, dále uvádí, že splňují limity 5. emisní třídy podle ČSN 303–5 a podmínky pro získání kotlíkových dotací (Atmos, 2021b). Stejně tak u automatických kotlů na pelety společnost uvádí jako jeho výhody ekologické spalování, vysokou účinnost a plnění výše uvedené normy i podmínek pro kotlíkovou dotaci (Atmos, 2021c).

Také firma K Mont Choceň, s. r. o. se v posledních letech zaměřuje mimo jiné na dodávku, montáž i výstavbu topných systémů využívajících biomasu (K Mont, 2021). Tato společnost uvádí zjednodušené charakteristiky kotlů na biomasu, kdy je dělí na (K Mont, 2021):

- Kotle na pelety – jejichž výhodu vidí ve snadné obsluze a uvádí, že pořizovací investice se vrátí do několika let.
- Zplyňovací kotle na dřevo a brikety z biomasy – nejsou tak pohodlné na obsluhu, hodí se pro vytápění rodinných domů a menších budov a pro ohřev užitkové vody.

- Krbové kamna a krbové vložky – určené především pro využití polen a briket.

Při hodnocení přístupu tří výše uvedených společností a jejich postoje k řešení problematiky využití obnovitelných zdrojů, v tomto případě biomasy, k produkci tepla je naprosto evidentní, že vnímají zvyšující se nároky na ochranu životního prostředí, stejně tak i zájem populace o šetrnější způsob vytápění rodinných domů či menších objektů. Z tohoto důvodu pružně zareagovaly a ve velmi krátké době přestavěly firemní politiku, aby těmto požadavkům vyhověly. Zcela jistě lze říct, že svým inovativním přístupem ke kotlům na biomasu ještě více upevní své dominantní postavení na trhu. Na základě těchto dat lze usoudit, že investiční potenciál jak biomasy, tak kotlů na biomasu bude mít v následujících letech exponenciální růst.

3.4 PŘEHLED NEJDŮLEŽITELŠÍ RELEVANTNÍ LEGISLATIVY ČESKÉ REPUBLIKY A EVROPSKÉ UNIE

Nedílnou součástí práce musí být shrnutí legislativy týkající se lesnictví, energie a obnovitelných zdrojů. Následující část tedy prezentuje nejdůležitější normy jak České republiky, tak Evropské unie.

Mezi nejdůležitější lesnickou legislativu ČR patří:

- Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně některých zákonů (lesní zákon)
- Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny

Energetiky a obnovitelných zdrojů energie ČR se týká tato legislativa:

- Zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně zákonů (energetický zákon) – jedná se o zákon, který upravuje podmínky pro podnikání, pro výkon státní správy a regulaci v oblasti elektroenergetiky, plynárenství a teplárenství.
- Zákon č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů – tento zákon upravuje podporu výroby elektřiny, tepla a biometanu s obnovitelných zdrojů energie.
- Vyhláška č. 477/2012 Sb., o stanovení druhů a parametrů podporovaných obnovitelných zdrojů pro výrobu elektřiny, tepla nebo biometanu a o stanovení a uchování dokumentů

- Vyhláška č. 296/2015 Sb., o technicko-ekonomických parametrech pro stanovení výkupních cen pro výrobu elektřiny a zelených bonusů na teplo a o stanovení doby životnosti výroben elektřiny a výroben tepla z obnovitelných zdrojů energie (vyhláška o technicko-ekonomických parametrech)
- Cenové rozhodnutí č. 3/2019, kterým se stanovuje podpora pro podporované zdroje energie na rok 2020

Nejdůležitějšími dokumenty Evropské unie jsou:

- Směrnice evropského parlamentu a Rady 2009/28/ES, ze dne 23. dubna 2009, o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů a o změně a následném zrušení směrnic 2001/77/ES a 2003/30/ES – jedná se o zásadní dokument, který se zabývá využíváním energie z obnovitelných zdrojů
- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 995/2010, ze dne 20. října 2010, kterým se stanoví povinnosti hospodářských subjektů uvádějících na trh dřevo a dřevařské výrobky

Norem vztahujících se k problematice energetického využití biomasy je daleko více. Výše uvedený přehled obsahuje pouze základní legislativní vymezení důležitá pro daný obor.

3.5 PŘEHLED DOTAČNÍCH PODPOR PRO DENDROMASU; ZÁVAZKY ČR VŮČI EU A JEJICH PLNĚNÍ

V následujícím oddílu jsou shrnuty dotační podpory, které jsou poskytovány pro využití dendromasy, a to především Ministerstvem zemědělství ČR, Ministerstvem průmyslu a obchodu ČR a Ministerstvem životního prostředí ČR. Dále je tato část věnována závazkům České republiky vůči Evropské unii a je v ní zhodnoceno plnění těchto závazků.

3.5.1 Dotační podpory

Ať už na národní nebo regionální úrovni je výroba a užití biomasy podporována mnoha dotačními programy. Podle Ministerstva zemědělství ČR (MZe, 2013) se jedná o programy Ministerstva zemědělství, Ministerstva průmyslu a obchodu a Ministerstva životního prostředí. V tomto případě jde o jednorázové investiční podpory. Pokud

se jedná o podpory na základě zákona č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie, pak je možno konstatovat, že jsou to podpory na provozování zařízení a jejich výše se odvíjí od výše produkce (MZe, 2013).

Nepřímou podporu stanoví:

- Zákon č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů, který mimo jiné upravuje Národní akční plán České republiky pro energii z obnovitelných zdrojů, či podporu tepla a elektrické energie z obnovitelných zdrojů.

Investičními podporami domácností jsou:

- Kotlíkové dotace, týkající se výměny kotlů pouze v rodinných domech. Výše dotace je v rozmezí 75–80 %, maximálně však 75–120 tis. Kč (v závislosti na typu pořizovaného kotle). Jedná se o nenárokovou podporu Ministerstva životního prostředí ČR a Státního fondu životního prostředí ČR, dotace je vyhlašována ve spolupráci s jednotlivými kraji a SFŽP. Jejím cílem je snížení znečištění ovzduší z malých kotlů na tuhá paliva (MZe. 2013).
- Nová Zelená úsporám – podpora MŽP ČR. Zaměřena na opatření, která vedou ke snižování energetické náročnosti budov, zahrnující také výměnu nevyhovujících zdrojů vytápění a využívání OZE. Mimo jiné je možné využít tuto podporu na výměnu zdrojů tepla za kotle na biomasu (MŽP, 2020).

Mezi investiční podpory pro (ne)zemědělské podnikatele, obce náleží:

- Program rozvoje venkova – jednorázová investiční dotace, která se v rámci zkoumání této bakalářské práce týká především podpory výstavby zařízení na využití biomasy k výrobě tepla a kogeneraci – výstavba kotelen, tepláren nebo výtopen na biomasu (MZe, 2013).
- Operační program Životní prostředí – zaměřený na projekty na ochranu životního prostředí. Náleží sem mimo jiné podpora výstavby elektráren spalujících biomasu (MZe, 2013).

Nařízením vlády č. 245/2018 Sb. je poskytován

- finanční příspěvek na ochranu lesa před kalamitními hmyzími škůdci a před václavkou smrkovou. Je poskytován vojenským lesům a dalším lesům,

keré nejsou ve vlastnictví státu a zároveň se nejedná o lesy na území národních parků a jejich ochranných pásem. ÚHÚL (2020, str. 41)) stanoví, že předmětem příspěvku je „*Odstranění jehličnatých dřevin z lesního porostu do 40 let věku poškozených lýkožrouty nebo václavkou smrkovou za podmínky seštěpkování vytěženého dřeva a ponechání části štěpky rovnoměrně rozmístěné na ploše odstraněného lesního porostu.*“ Výše podpory činí 26 000 Kč/ha.

Tento příspěvek je uváděn ve smyslu plnění dílčího úkolu této bakalářské práce, tedy zhodnocení kritických míst v udržitelnosti využívání dendromasy v ČR, zejména pak otázky problému kůrovcové kalamity posledních let.

3.5.2 Závazky ČR vůči EU a jejich plnění

Závazky České republiky vůči Evropské unii se vztahují na obnovitelné zdroje celkově, neřeší tedy specificky pouze dendromasu, vzhledem k tomu je následující oddíl bakalářské práce také věnován obnovitelným zdrojům energie obecně. Již v roce 2009 Česká republika přijala závazek, že do roku 2020 bude podíl obnovitelných zdrojů na celkové spotřebě energie ve výši 13 % (Niedermayer, 2020). Tohoto cíle však dosáhla již v roce 2013. Jednalo se o závazek v rámci strategického plánu Evropské unie, podle kterého měla spotřeba energie z obnovitelných zdrojů v rámci EU činit 20 % (Niedermayer, 2020).

Jako společný unijní cíl do roku 2030 stanovila Evropská unie na základě směrnice 2009/28/ES podíl obnovitelných zdrojů na celkové spotřebě energie 32 % (MPO, 2020). Tato výše je sice závazná pro Evropskou unii jako celek, ale není možné určit ji jako závaznou pro její jednotlivé státy. Členské státy si samy vytváří své energetické a klimatické plány, zavazují se je naplnit a přispět tak ke splnění společného unijního cíle. MPO (2020) konstatuje, že Česká republika dosáhla cíle pro rok 2020, který byl stanoven ve výši 13 %, již v roce 2019, když dosáhla podílu 16,2 %.

Energeticko-klimatický plán České republiky byl vládou ČR schválen v lednu 2020 a na jeho základě má být roku 2030 podíl obnovitelných zdrojů na celkové spotřebě energie v České republice ve výši 22 %.

Tabulka 9 Podíl obnovitelných zdrojů na celkové spotřebě energie v ČR v letech 2004–2019

| Rok | % |
|------|------|
| 2004 | 6,8 |
| 2005 | 7,1 |
| 2006 | 7,4 |
| 2007 | 8,0 |
| 2008 | 8,6 |
| 2009 | 9,9 |
| 2010 | 10,5 |
| 2011 | 12,0 |
| 2012 | 12,8 |
| 2013 | 13,8 |
| 2014 | 15,0 |
| 2015 | 15,0 |
| 2016 | 14,9 |
| 2017 | 14,8 |
| 2018 | 15,1 |
| 2019 | 16,2 |

Zdroj: MPO (2020)

Tabulka 9 uvádí vývoj podílu obnovitelných zdrojů na celkové spotřebě energie v České republice v letech 2004–2019. Toto období bylo stanoveno v souladu s praktickou částí bakalářské práce, kdy rok 2004 představuje rok vstupu České republiky do Evropské unie a období prvního šetření ENERGO 2004. Rok 2019 je rokem, ke kterému byla k dispozici nejaktuálnější data v době zpracování této práce.

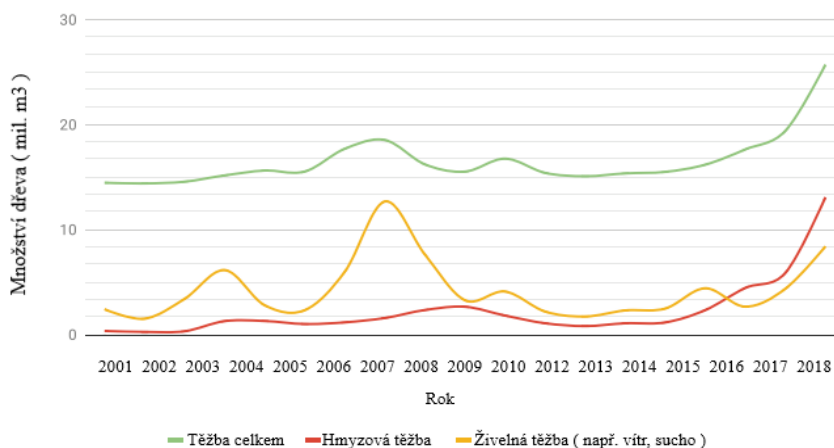
3.6 KRITICKÁ MÍSTA V OBLASTI UDRŽITELNOSTI VYUŽÍVÁNÍ DŘEVNÍ BIOMASY V ČR

Jak je uvedeno již v předchozích kapitolách, využívání lesní biomasy pro výrobu tepla a elektřiny v posledních letech roste. Nejen v České republice však existují kritická místa v udržitelnosti jejího využívání. Těmto oblastem je věnována další část této práce a soustředí se zejména na kůrovcovou kalamitu posledních let a s ní spojenou otázku budoucnosti vytápění dřevem a dále také na problematiku ochrany lesních ekosystémů.

3.6.1 Kůrovcová kalamita a budoucnost vytápění dřevem

V posledních letech se lesy České republiky potýkají s přemnožením kůrovce, čímž – zvláště od roku 2015 – roste těžba kůrovcového dřeva. V roce 2019 bylo podle

statistiky ČSÚ vytěženo více než 32 milionů metrů krychlových dřeva, což je o 6 milionů více než v roce předchozím, a dokonce o cca 12 milionů více než v roce 2017 (ČSÚ, 2019), přičemž největší část celkové těžby tvoří těžba nahodilá, tj. taková, kterou způsobily určité okolnosti, např. kůrovec nebo sucho (Doležal, 2019). Na základě statistik je při tom patrné, že před vypuknutím kůrovcové kalamity činila těžba průměrně 15 mil. metrů krychlových dřeva, viz graf 1 s vývojem těžby dřeva v letech 2010–2018.



Graf 1 Vývoj těžby dřeva v letech 2010–2018
Zdroj: Biom (2019)

Doležal (2019) uvádí, že největší podíl na energetickém využívání pevné biomasy v ČR má individuální spalování v domácnostech, kde činí cca 40 % podílu na energii z obnovitelných zdrojů. Podíl tepláren na biomasu je asi 25 %. Dřevem topí asi ¼ českých domácností, čímž se ročně spálí přibližně 4,7 mil. tun dřeva.

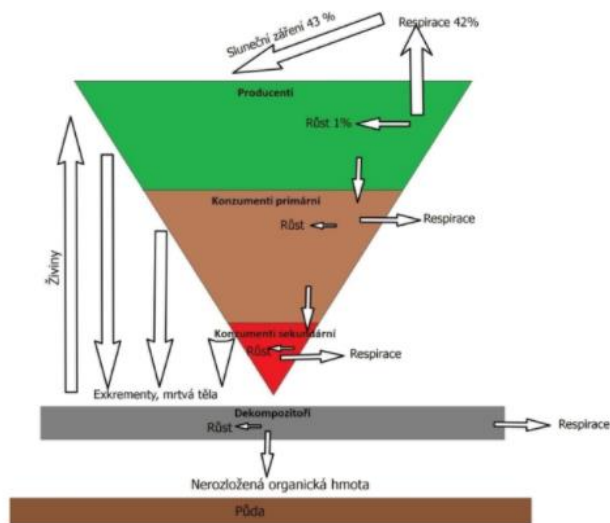
Také podle Stupavského (2020) dochází v České republice v posledních letech k nárůstu zájmu o dřevní paliva. Důvod vidí nejen v zákazu užívání kotlů 1. a 2. třídy k 1. září 2022, ale i v růstu cen elektřiny, plynu, uhlí, tepla, dále také v tom, že více než milion obyvatel ČR žije v místech bez připojení k zemnímu plynu. Rovněž uvádí, že v roce 2019 klesala cena dřeva, a to kvůli kůrovcové kalamitě. Stupavský (2020) hodnotí, že v uvedeném období byly české pily plně vytížené, proto se dřevo levně vyváželo do zahraničí a cena palivového dřeva tak spadla hluboko pod 1000 Kč za m³. V tomto směru však vidí problém u jakostních dřevních paliv, kterými jsou brikety a pelety. Tyto jsou lisovány z pilin, které vznikají jako odpad na pilách. Vzhledem k tomu, že palivové dřevo bylo vyváženo do zahraničí, nemohl ani vzniknout dostatek

tohoto odpadu. S cenou briket a pelet by tedy podle Stupavského (2020) mohlo směrem dolů pohnout pouze snížení DPH na dřevo a dřevní paliva na 10 %.

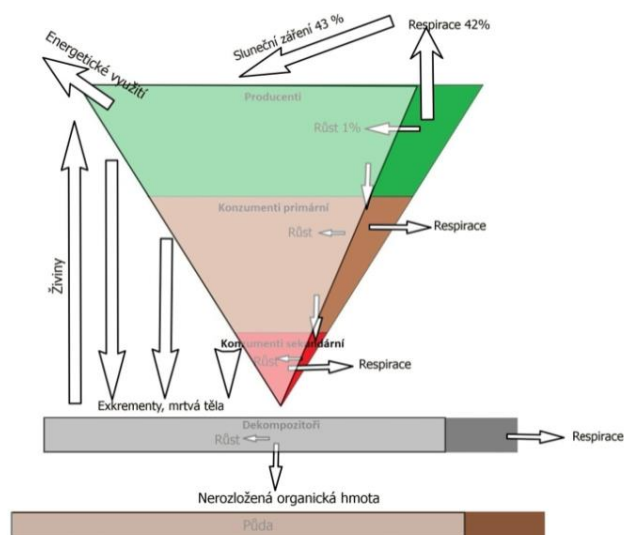
Cenu pelet a briket určuje celoevropský trh, takže je a stále bude stabilní. Avšak vzhledem k tomu, že kůrovcová kalamita nás připraví o výraznou část smrků na území České republiky, během pěti let dojde ke zvýšení cen palivového dřeva (Stupavský, 2020). Výrobu briket a pelet by však úbytek smrků neměl ovlivnit, a to z toho důvodu, že stávající výrobci upravují své technologie na výrobu briket a pelet z borovice, modřínu či buku a nově také vznikají pily nové (Stupavský, 2020).

3.6.2 Ochrana lesních ekosystémů

Kašinský a Wagner (2019) si všímají dalších okolností při využívání dendromasy k získávání energie. Upozorňují na situaci, kdy jsou z lesa odvezeny nejen kmeny, ale také poškozené kmeny, větve, vršky, jehličí. Pokud by tyto zbytky zůstaly v lese, postupně by se rozkládaly a tím by se do půdy dostávaly živiny. Uvádějí, že 30–50 % všech lesních organismů závisí na mrtvém dřevu. Kromě živin tímto půda ztrácí i svou schopnost zadržovat vodu a zhoršují se její fyzikální i chemické vlastnosti. Jako problém Kašinský a Wagner (2019) vidí i popel, který je odpadem při spalování suché biomasy (dendromasy). Popel je sice možné využít jako hnojivo, ale téměř nikdy není vrácen na stejné místo, odkud vzešla spálená masa. Autoři poskytli také grafické znázornění a srovnání toku energie v normálním ekosystému a v systému, ze kterého byla odebrána většina biomasy pro využití v energetice, viz obrázky 3 a 4.



Obrázek 3 Tok energie v normálním ekosystému
Zdroj: Kašinský, Wagner (2019)



Obrázek 4 Tok energie v systému, ze kterého byla odebrána většina biomasy pro energetické účely
Zdroj: Kašinský, Wagner (2019)

Stejnému problému se věnuje také ÚHÚL (2020), když upozorňuje na skutečnost, že odebrání zbytků po těžbě by nemělo poškozovat fungování ekosystému. Naopak konstatuje, že tato činnost by měla být prospěšná, a to např. pro snižování rizik požárů, či jako rychlý a brzký sběr těžebních zbytků v místech s přirozenou obnovou.

4 METODIKA

Jak je již uvedeno výše, hlavním cílem této bakalářské práce je ucelený, strukturovaný a aktuální přehled moderních řešení energetického využívání dřevní biomasy s ohledem na jejich vhodnost pro aplikaci v České republice, politické a principy lesnické a dřevařské bioekonomiky.

V teoretické části práce jsou shrnuty definice jednotlivých pojmů důležitých pro tuto oblast zkoumání a je nastíněno, že v České republice je dřevní biomasa využívána pro výrobu elektřiny a tepla, a to především zpracováním dřevní štěpky, palivového dřeva, briket a pelet. Spotřeba dendromasy pro tyto účely v posledních letech rychle roste. Poměrně jasně vyplývá, že její největší podíl je zpracováván pro výrobu tepla, přičemž zásadní část tvoří dřevní biomasa využívaná pro výrobu tepla v domácnostech. Praktická část bakalářské práce je tedy v první části založena na analýze časových řad dostupných statistik využívání lesní biomasy k energetickým účelům. Vzhledem k tomu, že v letech 2004 a 2015 proběhla rozsáhlá šetření Českého statistického úřadu ENERGO, jsou pro toto zkoumání využity především jeho výsledky a dále také údaje statistik Ministerstva průmyslu a obchodu České republiky. Z výše uvedeného důvodu tedy v této práci je provedeno šetření zaměřené na srovnání a vývoj využití lesní biomasy k výrobě elektřiny a tepla v letech 2004–2018 spolu s daty platnými pro rok 2019, tedy s daty nejaktuálnějšími v době zpracování této bakalářské práce.

Práce je v této části rozdělena do oddílů, jimiž je uvedeným způsobem mapován vývoj využití jednotlivých druhů lesní biomasy, tedy palivového dříví, dřevní štěpky a odpadů a briket a pelet k výrobě elektřiny a tepla. Oddíl věnovaný výrobě tepla obsahuje navíc rozdělení využití ve firmách a v domácnostech. Pro každý druh dendromasy je vypočítán absolutní přírůstek a koeficient růstu. Těmto ukazatelům je věnován oddíl 4.1. V každém oddílu je tak poskytován ucelený pohled na využití jednotlivých druhů dendromasy a jeho vývoj v posledních 16 letech. Součástí tohoto oddílu je rovněž zpracování prognózy vývoje spotřeby jednotlivých druhů dendromasy a hrubé výroby elektřiny a tepla z nich v letech 2020–2023.

Komplexní statistické přehledy o využívání OZE v České republice připravuje Oddělení analýz a datové podpory koncepcí Ministerstva průmyslu a obchodu.

Pro tuto práci je použita souhrnná zpráva uvedeného oddělení, která zpracovává výsledky statistických výkazů MPO, data ze statistik a databází ČSÚ a ERÚ.

Dílčím cílem bakalářské práce je identifikace kritických míst v udržitelnosti využívání dřevní biomasy v České republice. V další části práce je tedy poskytován ucelený pohled především na problematiku klimatických poměrů posledních let v České republice a s nimi velice úzce spojenou kůrovcovou kalamitu, co by vážné nebezpečí vytěžení maximálního množství jehličnatých stromů, hlavně smrků. Na základě odborných článků a dostupných statistik mapujících množství těžby a její vývoj v posledních letech je tedy podán odhad vývoje a možné řešení této situace.

4.1 Základní charakteristiky analýzy časových řad

Aby bylo možné určit, jakým směrem se vyvíjí spotřeba jednotlivých druhů dendromasy a zároveň hrubá výroba energií, zda dochází ke zvyšování, či naopak snižování, či ke stagnaci je pro výzkum využito následujících statistických postupů: absolutní přírůstek, průměrný přírůstek, koeficient růstu, průměrný koeficient růstu. Absolutní přírůstek Δy_t charakterizuje přírůstek hodnoty časové řady v časovém okamžiku y_t ve srovnání s okamžikem bezprostředně mu předcházejícím (y_{t-1}). Udává tedy, o kolik se změnila časová řada mezi jednotlivými okamžiky (Litschmannová, 2010). K výpočtu slouží vzorec:

$$\Delta y_t = y_t - y_{t-1} \quad (3)$$

Průměrný absolutní přírůstek $\bar{\Delta}$ představuje aritmetický průměr jednotlivých prvních diferencí. Udává, průměrně o kolik se změnila časová řada mezi dvěma okamžiky v daném období (Litschmannová, 2010).

$$\bar{\Delta} = \frac{\sum_{t=2}^n \Delta y_t}{n-1} = \frac{y_n - y_1}{n-1} \quad (4)$$

Koeficient růstu k_t vyjadřuje, o kolik % vzrostla hodnota časové řady v daném okamžiku y_t ve srovnání s hodnotou řady v čase y_{t-1} . Určuje tedy, kolikrát se časová řada změnila mezi jednotlivými okamžiky (Litschmannová, 2010). K výpočtu je používán vzorec:

$$k_t = \frac{y_t}{y_{t-1}} \quad (5)$$

Průměrný koeficient růstu určuje, kolikrát se změnila časová řada mezi dvěma okamžiky ve sledovaném čase (Litschmannová, 2010). Pro výpočet průměrného koeficientu růstu X_G slouží vzorec pro geometrický průměr

$$X_G = \sqrt[n]{k_1 \cdot k_2 \cdot \dots \cdot k_n} \quad (6)$$

Kapitolu 2 tedy tvoří soubor tabulek, které přehledně hodnotí vývoj spotřeby dendromasy a hrubou výrobu energie, kdy výpočty absolutních přírůstků udávají, o kolik se změnily tyto ukazatele vždy v periodě dvou let. Průměrný absolutní přírůstek hrubé výroby i spotřeby paliva pak stanoví o kolik se změnilы hodnoty mezi dvěma měřeními během sledovaného období, tj. lety 2004 až 2019. Koeficient růstu ukazuje kolikrát se změnilы hodnoty mezi jednotlivými lety. Dále je uskutečněn výpočet průměrného koeficientu růstu, kterým je zhodnoceno, kolikrát se průměrně změnilы hodnoty mezi dvěma měřeními za období od roku 2004 do roku 2019.

Posledními výpočty, a to výpočty prognóz pro roky 2020–2023, je stanoven předpoklad vývoje spotřeby paliv a hrubé výroby z nich pro následující roky. Tyto výpočty jsou realizovány prostřednictvím výpočetního programu Excel, verze 2101, do kterého jsou zadána data statistik MPO z let 2004–2019, s nimiž je pracováno i pro účely zjištění již výše uváděných ukazatelů. Ve výsledcích jsou uváděny vypočítané intervalové odhady na hladině významnosti 0,05, při čemž Litschmannová (2011) stanoví, že odhad parametru je daný intervalem dolní a horní hranice (t_D, t_H), ve kterém tento parametr leží s pravděpodobností označovanou $(1-\alpha)$.

5 VÝSLEDKY

Kapitola „Výsledky“ pomocí tabulek přehledně vyhodnocuje jak spotřebu, tak využití zkoumaných druhů dendromasy pro hrubou výrobu elektřiny a tepla, a to ve zkoumaných letech 2004–2019. Zároveň uvádí přehledný vývoj těchto ukazatelů ve shrnujících grafech na konci jednotlivých podkapitol.

5.1 Výroba elektřiny

V následujících tabulkách 10, 12, 14 jsou shrnuty výsledky zkoumání dané problematiky. Je patrné, že pro výrobu elektrické energie je z dendromasy nejvíce využívána dřevní štěpka, za ní následují brikety a pelety a nejméně se spotřebovává palivové dříví. Tabulky 11, 13, 15 jsou věnovány prognóze vývoje spotřeby jednotlivých druhů paliva a hrubé výroby elektřiny z nich v letech 2020–2023.

Z tabulky 10 je zřejmé, že pokud se jedná o palivové dříví, v letech 2004 až 2012 nejsou k dispozici žádné statistické údaje. Lze tedy předpokládat, že nebylo využíváno vůbec. A i v letech 2013 až 2019 byla výroba elektrické energie z něj v podstatě zanedbatelná.

Tabulka 10 Výroba elektřiny z palivového dříví

| Rok | Hrubá výroba elektřiny (MWh) | Absolutní přírůstky - hrubé výroby | Koeficient růstu - hrubé výroby | Spotřeba paliva (t) | Absolutní přírůstky - spotřeby paliva | Koeficient růstu - spotřeby paliva |
|---------------------------------|------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| 2013 | 190,0 | 190,0 | × | 193,1 | 193,1 | × |
| 2014 | 594,5 | 404,5 | 3,1 | 595,0 | 401,9 | 3,1 |
| 2015 | 268,3 | -326,2 | 0,5 | 269,4 | -325,6 | 0,5 |
| 2016 | 158,4 | -109,9 | 0,6 | 182,4 | -87,0 | 0,7 |
| 2017 | 55,8 | -102,6 | 0,4 | 57,5 | -124,9 | 0,3 |
| 2018 | 0,0 | -55,8 | 0,0 | 0,0 | -57,5 | 0,0 |
| 2019 | 146,3 | 146,3 | 0,0 | 174,3 | 174,3 | 0,0 |
| Průměrný absolutní přírůstek HV | | | | | | |
| | | | 9,753 | | | |
| Průměrný koeficient růstu HV | | | | | | |
| | | | 0 | | | |
| Průměrný absolutní přírůstek SP | | | | | | |
| | | | 11,62 | | | |
| Průměrný koeficient růstu SP | | | | | | |
| | | | 0 | | | |

Zdroj: MPO (2020), vlastní zpracování

Průměrný koeficient růstu jak hrubé výroby, tak spotřeby v případě palivového dříví vykazuje hodnotu 0, což znamená, že využití tohoto druhu dendromasy pro výrobu elektřiny bylo ve zkoumaných letech naprosto zanedbatelné.

Tabulka 11 Prognózy vývoje hrubé výroby elektřiny a spotřeby palivového dříví v letech 2020–2023

| Rok | Prognóza - hrubá výroba (MWh) | Dolní hranice spolehlivosti - HV (MWh) | Horní hranice spolehlivosti - HV (MWh) |
|------|-------------------------------|--|--|
| 2020 | -22,1 | -345,4 | 301,1 |
| 2021 | -60,3 | -383,6 | 262,9 |
| 2022 | -131,4 | -493,4 | 230,6 |
| 2023 | -169,6 | -531,6 | 192,3 |
| Rok | Prognóza - spotřeba (t) | Dolní hranice spolehlivosti - S (t) | Horní hranice spolehlivosti - S (t) |
| 2020 | -6,3 | -332,2 | 319,6 |
| 2021 | -35,5 | -361,4 | 290,4 |
| 2022 | -110,3 | -475,2 | 254,7 |
| 2023 | -139,5 | -504,4 | 225,5 |

Zdroj: vlastní zpracování

Na základě tabulky 11 je zřejmé, že podle prognózy dojde v následujících čtyřech letech k dalšímu poklesu hrubé výroby z palivového dříví. Pokles je předpokládán v intervalu $\langle -345,4; 192,3 \rangle$. Je-li bráno v úvahu, že, tak jak bylo uvedeno výše, v minulých letech bylo využití palivového dříví pro výrobu elektřiny téměř minimální, lze předpokládat, že v letech budoucích se nebude využívat téměř vůbec. Tento trend je potvrzen také intervalem spotřeby v rozmezí $\langle -332,2; 225,5 \rangle$, což znamená setrvalý pokles spotřeby palivového dříví pro výrobu elektřiny.

Z tabulky 12, ve které je shrnut vývoj hrubé výroby elektřiny a spotřeby paliva, je evidentní, že v případě dřevní štěpky dochází, s výjimkou 5 let (2005, 2010, 2013, 2016, 2018), ke každoročnímu nárůstu výroby.

Tabulka 12 Výroba elektřiny z dřevní štěpky, dřevního odpadu apod.

| Rok | Hrubá výroba elektřiny (MWh) | Absolutní přírůstky - hrubé výroby | Koeficient růstu - hrubé výroby | Spotřeba paliva (t) | Absolutní přírůstky - spotřeby paliva | Koeficient růstu - spotřeby paliva |
|---------------------------------|------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| 2004 | 265 269,5 | × | × | 244 010,0 | × | × |
| 2005 | 222 497,2 | -42 772,3 | 0,8 | 199 437,0 | -44 574,0 | 0,8 |
| 2006 | 272 724,5 | 50 227,3 | 1,2 | 250 150,0 | 50 713,6 | 1,3 |
| 2007 | 427 531,2 | 154 806,7 | 1,6 | 402 987,0 | 152 837,0 | 1,6 |
| 2008 | 603 047,9 | 175 516,7 | 1,4 | 579 384,0 | 176 397,0 | 1,4 |
| 2009 | 650 060,6 | 47 012,7 | 1,1 | 664 955,0 | 85 571,0 | 1,1 |
| 2010 | 641 839,9 | -8 220,7 | 1,0 | 768 205,0 | 103 250,0 | 1,2 |
| 2011 | 820 001,0 | 178 161,1 | 1,3 | 845 218,0 | 77 012,3 | 1,1 |
| 2012 | 881 041,3 | 61 040,3 | 1,1 | 910 014,0 | 64 796,1 | 1,1 |
| 2013 | 787 969,9 | -93 071,4 | 0,9 | 868 035,0 | -41 979,0 | 1,0 |
| 2014 | 971 631,5 | 183 661,6 | 1,2 | 908 098,0 | 40 062,8 | 1,0 |
| 2015 | 1 064 770,6 | 93 139,1 | 1,1 | 990 706,0 | 82 608,5 | 1,1 |
| 2016 | 1 053 513,4 | -11 257,2 | 1,0 | 1 029 498,0 | 38 791,5 | 1,0 |
| 2017 | 1 133 381,9 | 79 868,5 | 1,1 | 1 123 599,0 | 94 101,1 | 1,1 |
| 2018 | 1 098 772,8 | -34 609,1 | 1,0 | 1 056 142,0 | -67 457,0 | 0,9 |
| 2019 | 1 229 830,4 | 131 057,6 | 1,1 | 1 146 021,0 | 89 879,2 | 1,1 |
| Průměrný absolutní přírůstek HV | | | | | | |
| | | | 64 304,1 | | | |
| Průměrný koeficient růstu HV | | | | | | |
| | | | 1,108 | | | |
| Průměrný absolutní přírůstek SP | | | | | | |
| | | | 60 134,1 | | | |
| Průměrný koeficient růstu SP | | | | | | |
| | | | 1,109 | | | |

Zdroj: MPO (2020); vlastní zpracování

Výsledná hodnota průměrného koeficientu růstu hrubé výroby z dřevní štěpky, odpadu apod. dosahuje hodnoty 1,108, což představuje nárůst o 10,8 %. Průměrný koeficient růstu spotřeby tohoto paliva je 1,109, tedy nárůst o 10,9 %.

Tabulka 13 Prognózy vývoje hrubé výroby elektřiny a spotřeby dřevní štěpky, dřevního odpadu apod. v letech 2020–2023

| Rok | Prognóza - hrubá výroba (MWh) | Dolní hranice spolehlivosti - HV (MWh) | Horní hranice spolehlivosti - HV (MWh) |
|------|-------------------------------|--|--|
| 2020 | 1 351 811,4 | 1 214 394,7 | 1 489 228,2 |
| 2021 | 1 419 630,7 | 1 282 213,3 | 1 557 048,0 |
| 2022 | 1 487 450,0 | 1 350 031,4 | 1 624 868,4 |
| 2023 | 1 555 269,2 | 1 417 849,0 | 1 692 689,4 |
| Rok | Prognóza - spotřeba (t) | Dolní hranice spolehlivosti - S (t) | Horní hranice spolehlivosti - S (t) |
| 2020 | 1 191 346,3 | 1 055 004,9 | 1 327 687,7 |
| 2021 | 1 236 789,2 | 1 018 855,8 | 1 454 722,7 |
| 2022 | 1 282 232,2 | 983 740,3 | 1 580 724,0 |
| 2023 | 1 327 675,1 | 945 966,8 | 1 709 383,5 |

Zdroj: vlastní zpracování

Podle prognózy, která je uvedena v tabulce 13 lze předpokládat, že hrubá výroba elektřiny z dřevní štěpky v letech 2020–2023 bude narůstat, a to v intervalu <1 214 394,7;1 692 689,4>, což je potvrzeno také prognózou spotřeby tohoto paliva, podle které spotřeba dřevní štěpky poroste v intervalu <1 055 004,9;1 709 383,5>.

Také u briket a pelet (tabulka 14) spotřeba ve sledovaných letech 2004–2019 neustále narůstala (výjimku představují roky 2011, 2013, 2018, 2019).

Tabulka 14 Výroba elektřiny z briket a pelet

| Rok | Hrubá výroba elektřiny (MWh) | Absolutní přírůstky - hrubé výroby | Koeficient růstu - hrubé výroby | Spotřeba paliva (t) | Absolutní přírůstky - spotřeby paliva | Koeficient růstu - spotřeby paliva |
|---------------------------------|------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| 2004 | 2 619,6 | × | × | 1 227,2 | × | × |
| 2005 | 4 437,0 | 1 817,4 | 1,7 | 2 726,1 | 1 498,9 | 2,2 |
| 2006 | 23 849,7 | 19 412,7 | 5,4 | 15 519,3 | 12 793,2 | 5,7 |
| 2007 | 39 211,3 | 15 361,6 | 1,6 | 24 321,4 | 8 802,1 | 1,6 |
| 2008 | 84 535,6 | 45 324,3 | 2,2 | 44 924,6 | 20 603,2 | 1,8 |
| 2009 | 164 170,1 | 79 634,5 | 1,9 | 93 774,1 | 48 849,5 | 2,1 |
| 2010 | 241 215,4 | 77 045,3 | 1,5 | 146 594,0 | 52 819,7 | 1,6 |
| 2011 | 218 019,5 | -23 196,0 | 0,9 | 143 491,0 | -3 102,4 | 1,0 |
| 2012 | 295 591,2 | 77 571,7 | 1,4 | 180 707,0 | 37 215,1 | 1,3 |
| 2013 | 165 044,6 | -130 547,0 | 0,6 | 95 796,8 | -84 910,0 | 0,5 |
| 2014 | 198 499,0 | 33 454,4 | 1,2 | 135 510,0 | 39 713,3 | 1,4 |
| 2015 | 236 545,8 | 38 046,8 | 1,2 | 163 802,0 | 28 291,6 | 1,2 |
| 2016 | 237 630,4 | 1 084,6 | 1,0 | 157 834,0 | -5 967,5 | 1,0 |
| 2017 | 274 764,7 | 37 134,3 | 1,2 | 185 211,0 | 27 377,2 | 1,2 |
| 2018 | 234 619,1 | -40 146,0 | 0,9 | 155 200,0 | -30 012,0 | 0,8 |
| 2019 | 214 521,1 | -20 098,0 | 0,9 | 135 539,0 | -19 661,0 | 0,9 |
| Průměrný absolutní přírůstek HV | | | | | | |
| | | | 14 126,8 | | | |
| Průměrný koeficient růstu HV | | | | | | |
| | | | 1,341 | | | |
| Průměrný absolutní přírůstek SP | | | | | | |
| | | | 8 954,09 | | | |
| Průměrný koeficient růstu SP | | | | | | |
| | | | 1,368 | | | |

Zdroj: MPO (2020); vlastní zpracování

Výsledky ukazují, že průměrný koeficient růstu hrubé výroby elektřiny z briket a pelet činí 1,341, což představuje nárůst o 34,1 %. Průměrný koeficient růstu spotřeby briket a pelet je 1,368, což je nárůst přibližně o 36,8 %.

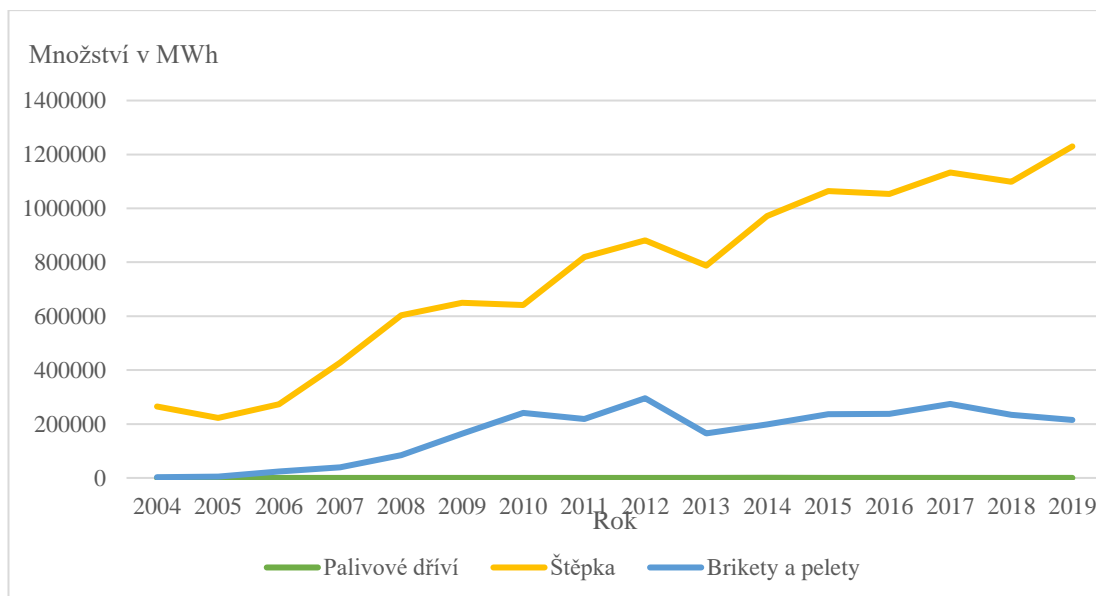
Tabulka 15 Prognózy vývoje hrubé výroby elektřiny a spotřeby briket a pelet v letech 2020–2023

| Rok | Prognóza - hrubá výroba (MWh) | Dolní hranice spolehlivosti - HV (MWh) | Horní hranice spolehlivosti - HV (MWh) |
|------|-------------------------------|--|--|
| 2020 | 236 128,4 | 137 878,8 | 334 377,9 |
| 2021 | 253 433,8 | 121 186,8 | 385 680,8 |
| 2022 | 270 739,2 | 111 544,5 | 429 934,0 |
| 2023 | 288 044,7 | 105 797,3 | 470 292,0 |
| Rok | Prognóza - spotřeba (t) | Dolní hranice spolehlivosti - S (t) | Horní hranice spolehlivosti - S (t) |
| 2020 | 157 520,2 | 93 669,9 | 221 370,4 |
| 2021 | 169 228,4 | 89 377,3 | 249 079,5 |
| 2022 | 180 936,7 | 87 761,2 | 274 112,2 |
| 2023 | 192 645,0 | 87 796,1 | 297 493,8 |

Zdroj: vlastní zpracování

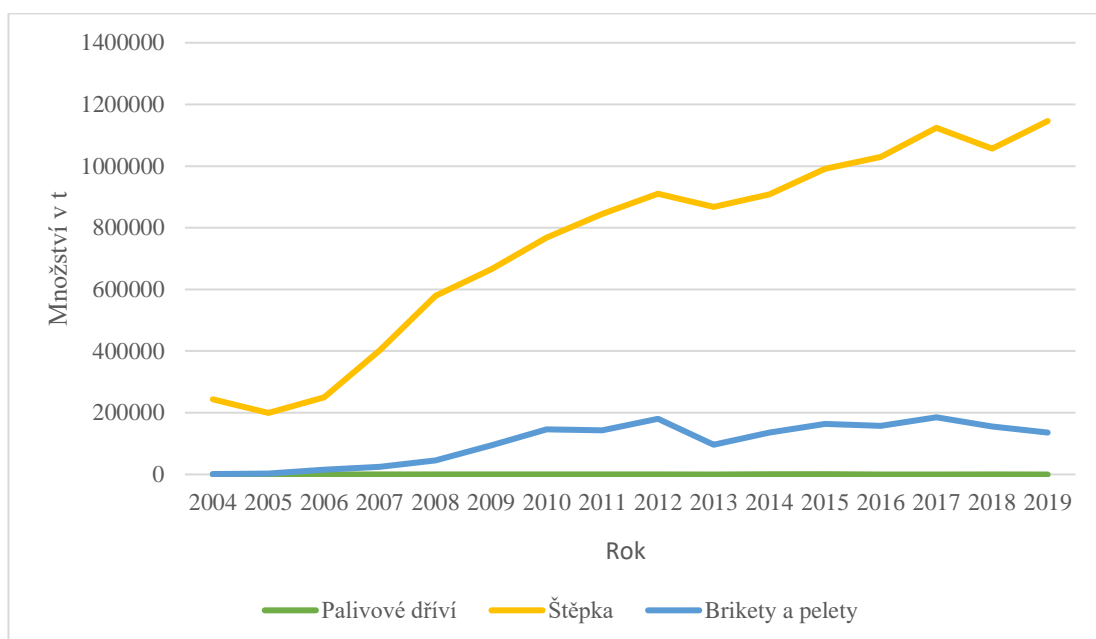
Na základě tabulky 15 lze konstatovat, že hrubá výroba elektřiny z briket a pelet bude narůstat v intervalu $\langle 137\,878,8; 470\,292,0 \rangle$, což by ve srovnání let 2019 a 2023 při posuzování horní hranice spolehlivosti znamenalo více než dvojnásobný nárůst. Dále je stanoveno rozmezí nárůstu spotřeby briket a pelet pro výrobu elektřiny v intervalu $\langle 93\,669,9; 297\,493,8 \rangle$.

Údaje z tabulek 10, 12, 14 jsou shrnuty a přehledně zpracovány v grafech 3 a 4. Tato metoda byla zvolena z důvodu větší přehlednosti, kterou poskytuje graf oproti tabulce.



Graf 2 Vývoj hrubé výroby elektřiny z palivového dříví, dřevní štěpky a briket a pelet v letech 2004–2019

Zdroj: MPO (2020), vlastní zpracování



Graf 3 Vývoj spotřeby paliva v letech 2004–2019

Zdroj: MPO (2020), vlastní zpracování

Je naprosto zřejmé, že jak v případě štěpky, tak v případě pelet dochází k nárůstu spotřeby paliva i výroby elektřiny, přičemž v roce 2013 je jasně patrný rychlý propad, po kterém následuje další nárůst až do roku 2017. V tomto období došlo k mírnému poklesu, po němž však opět přichází zvýšení jak spotřeby paliva, tak hrubé výroby elektřiny. Graf 3 dále jasně ukazuje, že využití palivového dříví bylo naprosto minimální.

5.2 Výroba tepla

Na základě níže uvedených shrnujících tabulek 16, 18, 20 lze konstatovat, že využití dendromasy k výrobě tepla má podobné výsledky jako její využití k výrobě elektřiny. Také zde je nejvíce využívána dřevní štěpka, za níž následují brikety a pelety a nejméně využíváno je palivové dříví, ovšem rozdíl mezi těmito dvěma druhy není až tak markantní. Jasně patrný je i fakt, že využití briket a pelet stoupá až v posledních letech.

Tabulka 16 Výroba tepla z palivového dříví

| Rok | Hrubá výroba tepla (GJ) | Absolutní přírůstky - hrubé výroby | Koeficient růstu - hrubé výroby | Spotřeba paliva (t) | Absolutní přírůstky - spotřeby paliva | Koeficient růstu - spotřeby paliva |
|---------------------------------|-------------------------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| 2004 | 387 277,4 | × | × | 36 793,7 | × | × |
| 2005 | 640 525,3 | 253 247,9 | 1,7 | 62 071,4 | 25 277,7 | 1,7 |
| 2006 | 556 157,8 | -84 367,5 | 0,9 | 54 102,2 | -7 969,2 | 0,9 |
| 2007 | 569 990,2 | 13 832,4 | 1,0 | 54 653,4 | 551,2 | 1,0 |
| 2008 | 355 809,9 | -214 180,0 | 0,6 | 34 718,8 | -19 935,0 | 0,6 |
| 2009 | 318 631,4 | -37 178,5 | 0,9 | 30 861,2 | -3 857,6 | 0,9 |
| 2010 | 379 931,4 | 61 300,0 | 1,2 | 36 508,8 | 5 647,6 | 1,2 |
| 2011 | 360 065,2 | -19 866,2 | 0,9 | 34 653,0 | -1 855,8 | 0,9 |
| 2012 | 425 223,9 | 65 158,7 | 1,2 | 41 006,6 | 6 353,6 | 1,2 |
| 2013 | 514 390,7 | 89 166,8 | 1,2 | 52 146,1 | 11 139,5 | 1,3 |
| 2014 | 488 029,1 | -26 361,6 | 0,9 | 49 176,8 | -2 969,3 | 0,9 |
| 2015 | 477 673,5 | -10 355,6 | 1,0 | 43 379,1 | -5 797,7 | 0,9 |
| 2016 | 638 298,3 | 160 624,8 | 1,3 | 59 598,7 | 16 219,6 | 1,4 |
| 2017 | 673 578,4 | 35 280,1 | 1,1 | 64 757,0 | 5 158,3 | 1,1 |
| 2018 | 533 367,4 | -140 211,0 | 0,8 | 52 060,1 | -12 697,0 | 0,8 |
| 2019 | 419 947,5 | -113 420,0 | 0,8 | 41 638,1 | -10 422,0 | 0,8 |
| Průměrný absolutní přírůstek HV | | | | | | |
| | | | 2 178,01 | | | |
| Průměrný koeficient růstu HV | | | | | | |
| | | | 1,005 | | | |
| Průměrný absolutní přírůstek SP | | | | | | |
| | | | 322,96 | | | |
| Průměrný koeficient růstu SP | | | | | | |
| | | | 1,008 | | | |

Zdroj: MPO (2020); vlastní zpracování

Z výsledků je patrné, že průměrný koeficient růstu hrubé výroby tepla z palivového dříví vykazuje hodnoty 1,005, tedy nárůst pouze o 0,5 % a průměrný koeficient růstu spotřeby 1,008, což představuje nárůst o 0,8 %.

Tabulka 17 Prognózy vývoje hrubé výroby tepla a spotřeby palivového dříví v letech 2020–2023

| Rok | Prognóza – hrubá výroba (GJ) | Dolní hranice spolehlivosti - HV (GJ) | Horní hranice spolehlivosti - HV (GJ) |
|------|------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 2020 | 437 808,4 | 220 721,8 | 654 895,1 |
| 2021 | 442 445,1 | 150 239,6 | 734 650,6 |
| 2022 | 447 081,8 | 95 334,1 | 798 829,5 |
| 2023 | 451 718,4 | 49 035,1 | 854 401,8 |
| Rok | Prognóza - spotřeby (t) | Dolní hranice spolehlivosti - S (t) | Horní hranice spolehlivosti - S (t) |
| 2020 | 43 307,0 | 21 869,4 | 64 744,6 |
| 2021 | 43 761,4 | 14 905,7 | 72 617,1 |
| 2022 | 44 215,9 | 9 480,3 | 78 951,5 |
| 2023 | 44 670,3 | 4 904,8 | 84 435,9 |

Zdroj: vlastní zpracování

V tabulce 17 je zpracována prognóza vývoje hrubé výroby tepla z palivového dříví v letech 2020–2023. Na základě této prognózy lze předpokládat, že v následujících čtyřech letech dojde k nárůstu v intervalu <220 721,8;854 401,8>. Také z prognózy, vývoje spotřeby paliva je zřejmé, že i v tomto směru lze očekávat nárůst, a to v intervalu <21 968,4;84 435,9>.

V tabulce 18 je udáván vývoj výroby tepla z dřevní štěpky. Lze konstatovat, že v letech 2004 až 2012 byla spotřeba a hrubá výroba přibližně stále na stejné úrovni. Poté dochází ke strmému nárůstu až do roku 2016, poté následuje meziroční propad a následně křivka opět stoupá.

Tabulka 18 Výroba tepla z dřevní štěpky, dřevního odpadu apod.

| Rok | Hrubá výroba tepla (GJ) | Absolutní přírůstky - hrubé výroby | Koeficient růstu - hrubé výroby | Spotřeba paliva (t) | Absolutní přírůstky - spotřeby paliva | Koeficient růstu - spotřeby paliva |
|---------------------------------|-------------------------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| 2004 | 8 043 981,0 | × | × | 864 912,4 | × | × |
| 2005 | 8 493 573,0 | 449 592,0 | 1,1 | 851 560,2 | -13 352,0 | 1,0 |
| 2006 | 7 918 202,0 | -575 372,0 | 0,9 | 881 456,7 | 29 896,5 | 1,0 |
| 2007 | 8 317 901,0 | 399 699,4 | 1,1 | 934 669,3 | 53 212,6 | 1,1 |
| 2008 | 8 297 712,0 | -20 189,0 | 1,0 | 1 023 816,0 | 89 146,6 | 1,1 |
| 2009 | 7 929 554,0 | -368 158,0 | 1,0 | 948 261,4 | -75 555,0 | 0,9 |
| 2010 | 8 147 677,0 | 218 122,5 | 1,0 | 983 789,8 | 35 528,4 | 1,0 |
| 2011 | 8 415 717,0 | 268 039,9 | 1,0 | 1 005 722,0 | 21 932,0 | 1,0 |
| 2012 | 8 397 359,0 | -18 357,5 | 1,0 | 1 007 439,0 | 1 717,6 | 1,0 |
| 2013 | 10 012 747,0 | 1 615 388,0 | 1,2 | 1 252 275,0 | 244 836,0 | 1,2 |
| 2014 | 10 896 859,0 | 884 111,5 | 1,1 | 1 335 912,0 | 83 636,8 | 1,1 |
| 2015 | 12 313 528,0 | 1 416 669,0 | 1,1 | 1 492 231,0 | 156 320,0 | 1,1 |
| 2016 | 12 946 212,0 | 632 684,0 | 1,1 | 1 537 473,0 | 45 241,8 | 1,0 |
| 2017 | 11 464 006,0 | -1 482 206 | 0,9 | 1 401 504,0 | -135 969,0 | 0,9 |
| 2018 | 11 588 055,0 | 124 048,5 | 1,0 | 1 384 713,0 | -16 792,0 | 1,0 |
| 2019 | 11 903 110,0 | 315 054,8 | 1,0 | 1 401 818,0 | 17 105,8 | 1,0 |
| Průměrný absolutní přírůstek HV | | | | | | |
| | | | 257 275 | | | |
| Průměrný koeficient růstu HV | | | | | | |
| | | | 1,026 | | | |
| Průměrný absolutní přírůstek SP | | | | | | |
| | | | 35 793,7 | | | |
| Průměrný koeficient růstu SP | | | | | | |
| | | | 1,032 | | | |

Zdroj: MPO (2020); vlastní zpracování

Výpočtem průměrného koeficientu růstu bylo zjištěno, že hrubá výroba tepla ze štěpky dosáhla hodnot 1,026, což činí nárůst o 2,6 %, Průměrný koeficient spotřeby dosáhl hodnot 1,032, tedy nárůst o 3,2 %.

Tabulka 19 Prognózy vývoje hrubé výroby tepla a spotřeby dřevní štěpky, dřevního odpadu apod. v letech 2020–2023

| Rok | Prognóza – hrubá výroba (GJ) | Dolní hranice spolehlivosti – HV (GJ) | Horní hranice spolehlivosti - HV (GJ) |
|------|------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 2020 | 12 110 649,8 | 10 590 525,5 | 13 630 774,1 |
| 2021 | 12 318 475,2 | 9 888 648,4 | 14 748 302,0 |
| 2022 | 12 526 300,6 | 9 198 295,7 | 15 854 305,5 |
| 2023 | 12 734 126,0 | 8 478 307,3 | 16 989 944,7 |
| Rok | Prognóza – spotřeby (t) | Dolní hranice spolehlivosti - S (t) | Horní hranice spolehlivosti - S (t) |
| 2020 | 1 452 744,2 | 1 283 859,1 | 1 621 629,1 |
| 2021 | 1 499 844,3 | 1 272 519,8 | 1 727 168,9 |
| 2022 | 1 546 944,5 | 1 273 298,4 | 1 820 590,7 |
| 2023 | 1 594 044,8 | 1 280 772,7 | 1 907 316,9 |

Zdroj: vlastní zpracování

Na základě tabulky 19 lze konstatovat, že v následujících letech dojde k nárůstu hrubé výroby tepla z dřevní štěpky v intervalu $\langle 10\,590\,525,5; 16\,989\,944,7 \rangle$. Totéž je potvrzeno v prognóze vývoje spotřeby paliva v letech 2020–2023, a to intervalem $\langle 1\,283\,859,1; 1\,907\,316,9 \rangle$.

V tabulce 20 je zhodnocen vývoj výroby tepla z briket a pelet. Od roku 2004 do roku 2013 je zaznamenán setrvalý stav spotřeby paliva i hrubé výroby tepla. Následoval roční nárůst, po němž přišel opět mírný pokles, následovaný konzistentním stavem.

Tabulka 20 Výroba tepla z briket a pelet

| Rok | Hrubá výroba tepla (GJ) | Absolutní přírůstky - hrubé výroby | Koeficient růstu - hrubé výroby | Spotřeba paliva (t) | Absolutní přírůstky - spotřeby paliva | Koeficient růstu - spotřeby paliva |
|---------------------------------|-------------------------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| 2004 | 31 284,3 | × | × | 2 251,1 | × | × |
| 2005 | 45 416,7 | 14 132,4 | 1,5 | 3 316,9 | 1 065,8 | 1,5 |
| 2006 | 116 549,0 | 71 132,3 | 2,6 | 8 133,8 | 4 816,9 | 2,5 |
| 2007 | 199 531,0 | 82 982,2 | 1,7 | 15 528,6 | 7 394,8 | 1,9 |
| 2008 | 211 316,0 | 11 785,2 | 1,1 | 16 402,8 | 874,2 | 1,1 |
| 2009 | 360 836,0 | 149 519,7 | 1,7 | 26 897,6 | 10 494,8 | 1,6 |
| 2010 | 311 175,0 | -49 661,3 | 0,9 | 22 827,0 | -4 070,6 | 0,8 |
| 2011 | 316 126,0 | 4 951,6 | 1,0 | 23 087,3 | 260,3 | 1,0 |
| 2012 | 479 548,0 | 163 421,3 | 1,5 | 35 582,9 | 12 495,6 | 1,5 |
| 2013 | 1 007 513,0 | 527 965,4 | 2,1 | 74 891,6 | 39 308,7 | 2,1 |
| 2014 | 707 622,0 | -299 891,0 | 0,7 | 52 355,4 | -22 536,0 | 0,7 |
| 2015 | 801 131,0 | 93 509,3 | 1,1 | 58 327,1 | 5 971,7 | 1,1 |
| 2016 | 898 944,0 | 97 812,9 | 1,1 | 64 707,5 | 6 380,4 | 1,1 |
| 2017 | 1 056 281,0 | 157 337,0 | 1,2 | 76 087,2 | 11 379,7 | 1,2 |
| 2018 | 870 841,0 | -185 440,0 | 0,8 | 63 379,8 | -12 707,0 | 0,8 |
| 2019 | 917 466,0 | 46 624,2 | 1,1 | 66 307,4 | 2 927,6 | 1,0 |
| Průměrný absolutní přírůstek HV | | | | | | |
| | | | 59 078,7 | | | |
| Průměrný koeficient růstu HV | | | | | | |
| | | | 1,253 | | | |
| Průměrný absolutní přírůstek SP | | | | | | |
| | | | 4 270,42 | | | |
| Průměrný koeficient růstu SP | | | | | | |
| | | | 1,253 | | | |

Zdroj: MPO (2020); vlastní zpracování

Průměrný koeficient hrubé výroby tepla z briket a pelet dosahuje hodnoty 1,253, což představuje nárůst o 25,3 %, průměrný koeficient spotřeby briket a pelet činí 1,253, což znamená nárůst o 25,3 %

Ze shrnutí výsledků tabulek 16, 18, 20 je evidentní, že největší nárůst ve sledovaných letech zaznamenaly brikety a pelety, což ovšem nic nemění na tom, že největší objem spotřeby i následné hrubé výroby tepla stále vykazuje dřevní štěpka

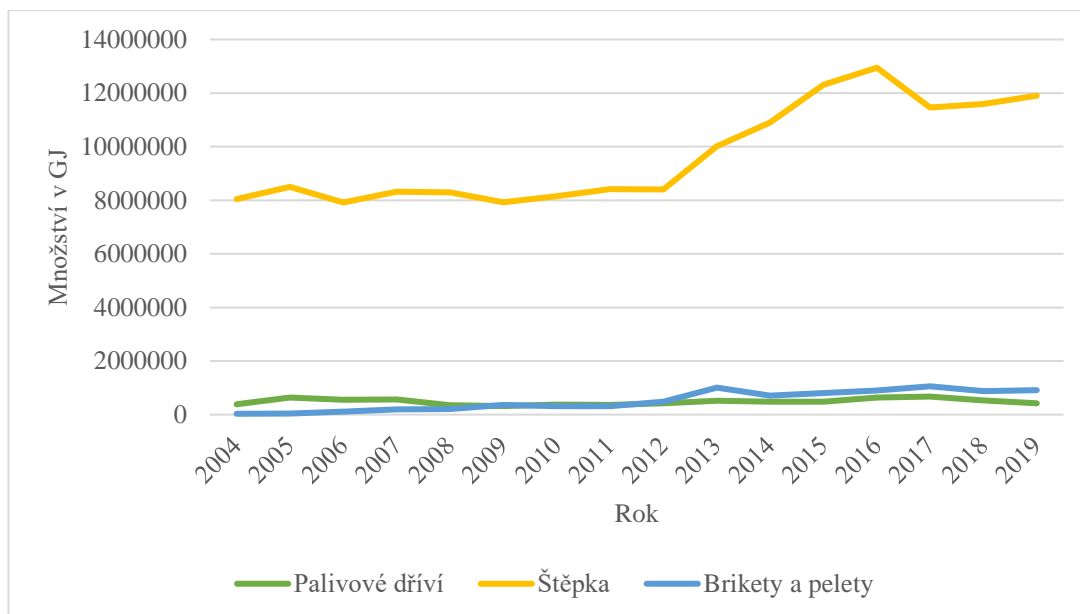
Tabulka 21 Prognózy vývoje hrubé výroby tepla z briket a pelet a spotřeba tohoto paliva v letech 2020–2023

| Rok | Prognóza- výroba (GJ) | hrubá | Dolní hranice spolehlivosti - HV (GJ) | Horní hranice spolehlivosti – HV (GJ) |
|------|------------------------------|-------|---|---|
| 2020 | 1 135 160,9 | | 871 807,5 | 1 398 514,3 |
| 2021 | 1 206 484,3 | | 941 791,1 | 1 471 177,6 |
| 2022 | 1 277 807,7 | | 1 011 755,0 | 1 543 860,5 |
| 2023 | 1 349 131,1 | | 1 081 699,1 | 1 616 563,1 |
| Rok | Prognóza- spotřeby (t) | | Dolní hranice spolehlivosti - S (t) | Horní hranice spolehlivosti - S (t) |
| 2020 | 84 626,4 | | 65 476,1 | 103 776,7 |
| 2021 | 89 760,2 | | 70 609,8 | 108 910,6 |
| 2022 | 94 894,0 | | 75 743,5 | 114 044,6 |
| 2023 | 100 027,8 | | 80 877,0 | 119 178,7 |

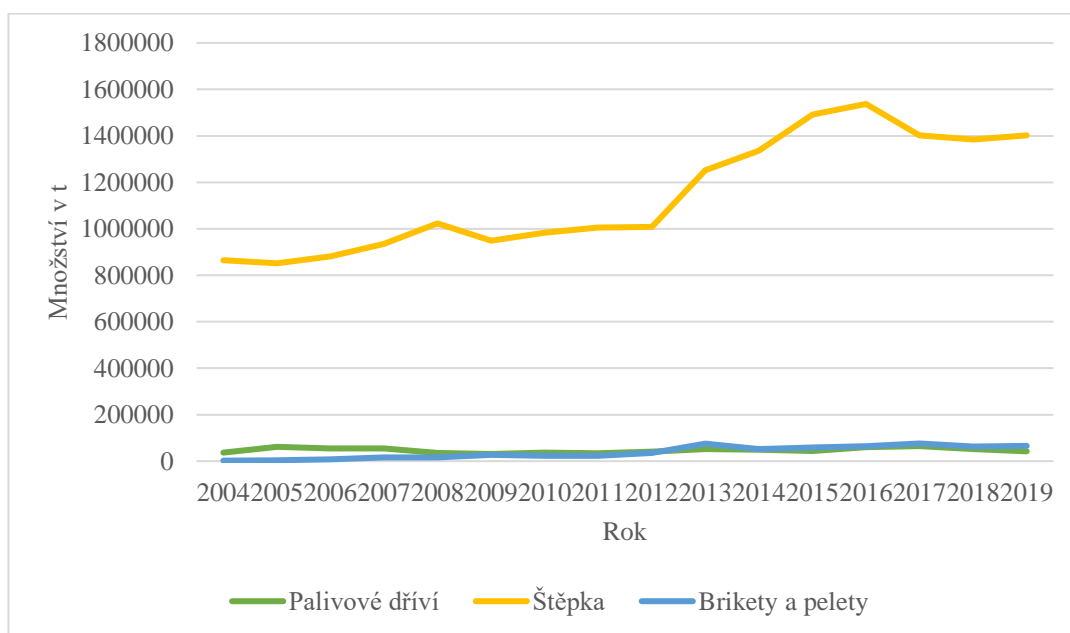
Zdroj: vlastní zpracování

V tabulce 21 je shrnuto, že i v následujících letech lze předpokládat, že hrubá výroba tepla z briket a pelet poroste, a to v intervalu $\langle 871\,807,5; 1\,616\,563,1 \rangle$, z čehož je patrné, že nárůst v těchto letech by mohl být až dvojnásobný. Interval vývoje spotřeby briket a pelet pro výrobu tepla byl stanoven v rozmezí $\langle 65\,476,1; 119\,178,7 \rangle$, i tato prognóza tedy odpovídá tomu, že spotřeba briket a pelet významně poroste.

Stejně jako v případě využití vybraných druhů dendromasy k výrobě elektřiny, také v případě výroby tepla, jsou zjištěné výsledky přehledně shrnuty v následujících grafech 4 a 5.



Graf 4 Hrubá výroba tepla z dendromasy v letech 2004–2019 mimo domácnosti
Zdroj: MPO (2020), vlastní zpracování



Graf 5 Spotřeba dendromasy k výrobě tepla v letech 2004–2019 mimo domácnosti
Zdroj: MPO (2020), vlastní zpracování

Grafy 4 a 5 přehledně znázorňují vývoj hrubé výroby a spotřeby paliva z jednotlivých druhů dendromasy. Opět je z nich jasně patrné jasné majoritní využití dřevní štěpky.

5.2.1 Výroba tepla v domácnostech ve sledovaných letech

Výroba tepla představuje samostatnou kapitolu ve využívání dendromasy k tomuto účelu. Vývoj výroby tepla z dendromasy v domácnostech je stanovován odhadem, a to z důvodu nedostupnosti přesných dat. Není možné využívat ani data prodejců kotlů, protože většina z těchto zařízení umožňuje i současné spalování uhlí. Odhad spotřeby dendromasy v domácnostech vychází především z výsledků šetření ČSÚ ENERGO 2015, ale obsahuje i odhad spotřeby na chatách a chalupách. Také v případě domácností je jasně patrný zvyšující se trend využití briket a pelet v posledních letech. Stále však domácnosti k vytápění využívají nejvíce palivové dříví, a i zde dochází ke zvyšování jeho spotřeby. MPO (2020) stanoví, že v roce 2019 bylo více než 41 % energie získané z OZE vyprodukováno v kotlích na spalování biomasu pro vytápění domácností.

Tabulka 22 shrnuje spotřebu palivového dříví a briket a pelet v domácnostech ve zkoumaných letech 2004–2019, stanoví absolutní přírůstky, průměrné absolutní přírůstky, koeficienty růstu a průměrné koeficienty růstu. Dřevní štěpka pro vytápění domácností používaná není. Na základě těchto údajů lze konstatovat, že zájem o využití palivového dříví pro výrobu tepla v domácnostech stále výrazně roste. Za zvýšením v posledních letech s velkou pravděpodobností stojí také kůrovcová kalamita, která postihla Českou republiku.

Tabulka 22 Výroba tepla v domácnostech

| Rok | Palivové dřevo (prmr s.k.) | Absolutní přírůstky | Koeficient růstu | Brikety a pelety (tis. tun) | Absolutní přírůstky | Koeficient růstu | |
|---|----------------------------|---------------------|------------------|-----------------------------|---------------------|------------------|-----------|
| 2004 | 6 723 515,0 | × | × | 25,0 | × | × | |
| 2005 | 6 926 721,0 | 203 206,0 | 1,0 | 23,0 | -2,0 | 0,9 | |
| 2006 | 7 209 070,0 | 282 349,0 | 1,0 | 33,0 | 10,0 | 1,4 | |
| 2007 | 7 448 935,0 | 239 865,0 | 1,0 | 56,0 | 23,0 | 1,7 | |
| 2008 | 7 881 822,0 | 432 887,0 | 1,1 | 51,0 | -5,0 | 0,9 | |
| 2009 | 8 351 474,0 | 469 652,0 | 1,1 | 78,0 | 27,0 | 1,5 | |
| 2010 | 8 582 304,0 | 230 830,0 | 1,0 | 115,0 | 37,0 | 1,5 | |
| 2011 | 8 835 934,0 | 253 630,0 | 1,0 | 120,0 | 5,0 | 1,0 | |
| 2012 | 9 205 863,0 | 369 929,0 | 1,0 | 128,0 | 8,0 | 1,1 | |
| 2013 | 9 562 129,0 | 356 266,0 | 1,0 | 141,0 | 13,0 | 1,1 | |
| 2014 | 9 750 498,0 | 188 369,0 | 1,0 | 160,0 | 19,0 | 1,1 | |
| 2015 | 9 892 547,0 | 142 049,0 | 1,0 | 166,0 | 6,0 | 1,0 | |
| 2016 | 10 023 125,0 | 130 578,0 | 1,0 | 190,0 | 24,0 | 1,1 | |
| 2017 | 10 127 329,0 | 104 204,0 | 1,0 | 210,0 | 20,0 | 1,1 | |
| 2018 | 10 565 974,0 | 438 645,0 | 1,0 | 203,0 | -7,0 | 1,0 | |
| 2019 | 11 356 637,0 | 790 663,0 | 1,1 | 201,0 | -2,0 | 1,0 | |
| Průměrný absolutní přírůstek pal. dříví | | | | | | | 308 874,8 |
| Průměrný koeficient růstu | | | | | | | 1,033 |
| Průměrný absolutní přírůstek briket a pelet | | | | | | | 11,733 |
| Průměrný koeficient růstu | | | | | | | 1,139 |

Zdroj: MPO (2020); vlastní zpracování

Výpočty udávají, že koeficient růstu spotřeby v případě palivového dříví dosáhl hodnot 1,033, tedy nárůst o 3,33 %, v případě briket a pelet 1,139, nárůst o 13,9 %. Procentuální výsledek by mohl vypovídat o vyšším využití briket a pelet, zde je však nutno brát v úvahu daleko nižší počáteční data, která mohou být ovlivněna skutečností, že palivové dříví má pro výrobu tepla daleko delší tradici. Oproti tomu v případě briket a pelet se jedná o moderní druh paliva, který si své místo na trhu musí postupně najít a vybudovat svými nespornými výhodami.

Tabulka 23 Prognózy vývoje spotřeby palivového dříví a briket a pelet pro výrobu tepla v domácnostech v letech 2020–2023

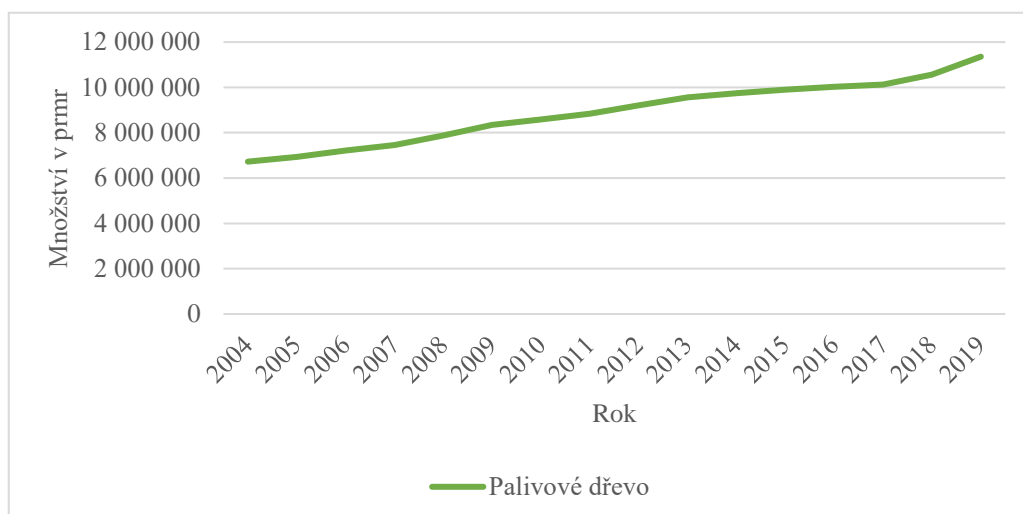
| Rok | Prognóza (prmr) palivové dříví | Dolní hranice spolehlivosti (prmr) | Horní hranice spolehlivosti (prmr) |
|------|-----------------------------------|--|--|
| 2020 | 11 348 112,0 | 11 007 053,0 | 11 689 172,0 |
| 2021 | 11 637 212,0 | 11 296 152,0 | 11 978 273,0 |
| 2022 | 11 926 313,0 | 11 585 249,0 | 12 267 376,0 |
| 2023 | 12 215 413,0 | 11 874 345,0 | 12 556 481,0 |

| Rok | Prognóza (t) Brikety a pelety | Dolní hranice spolehlivosti (t) | Horní hranice spolehlivosti (t) |
|------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 2020 | 226,8 | 202,6 | 250,9 |
| 2021 | 240,6 | 213,6 | 267,6 |
| 2022 | 254,4 | 224,9 | 284,0 |
| 2023 | 268,3 | 236,3 | 300,3 |

Zdroj: vlastní zpracování

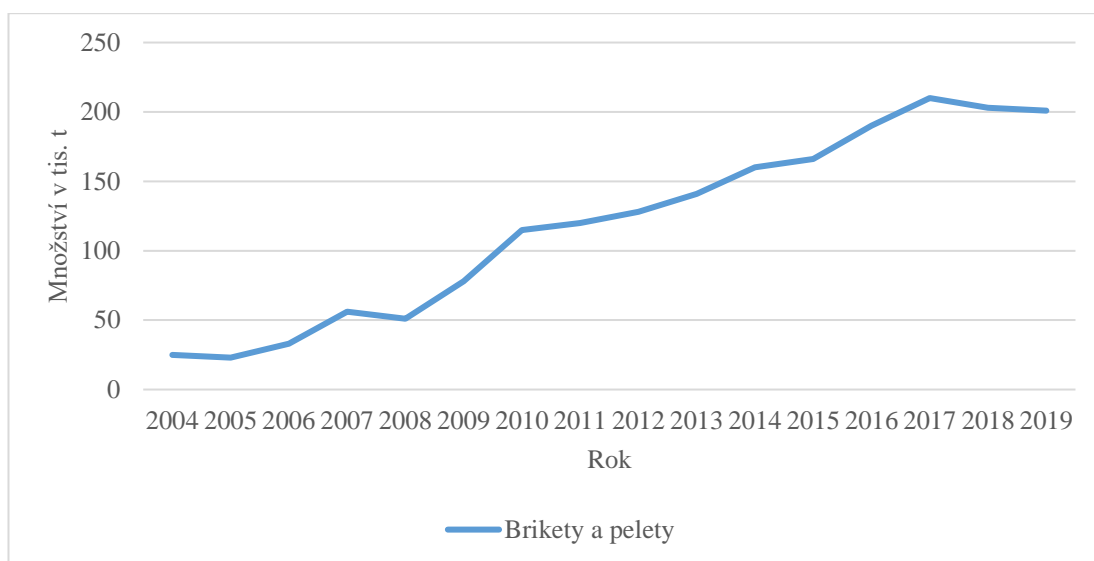
Na základě tabulky 23 lze konstatovat, že i v následujících letech bude docházet k nárůstu spotřeby palivového dříví pro vytápění domácností, a to v intervalu <11 007 053;12 556 481>. Také prognóza zvýšené spotřeby briket a pelet pro vytápění domácností je v uvedené tabulce potvrzena. Interval nárůstu je definován rozmezím <202,6;300,3>.

Spotřeba palivového dřeva a briket a pelet pro vytápění domácností byla zpracována do dvou grafů (6 a 7), a to z důvodu odlišné měrné jednotky obou druhů dřevní biomasy (palivové dříví – prmr, brikety a pelety – tisíce tun).



Graf 6 Spotřeba palivového dřeva v domácnostech v letech 2004–2019

Zdroj: MPO (2020), vlastní zpracování



Graf 7 Spotřeba briket a pelet v domácnostech v letech 2004–2019

Zdroj: MPO (2020), vlastní zpracování

Graf 6 ukazuje neustálý růst spotřeby palivového dříví pro vytápění domácností s tím, že meziroční nárůst v letech 2018–2019 je výraznější. Oproti tomu spotřeba briket a pelet v posledních uvedených letech 2018–2019 mírně klesá. Stejná tendence je patrná také mezi lety 2007–2008. Celkově je však možno konstatovat, že v letech 2004–2019 se spotřeba briket a pelet neustále zvyšuje.

5.3 Kůrovcová kalamita

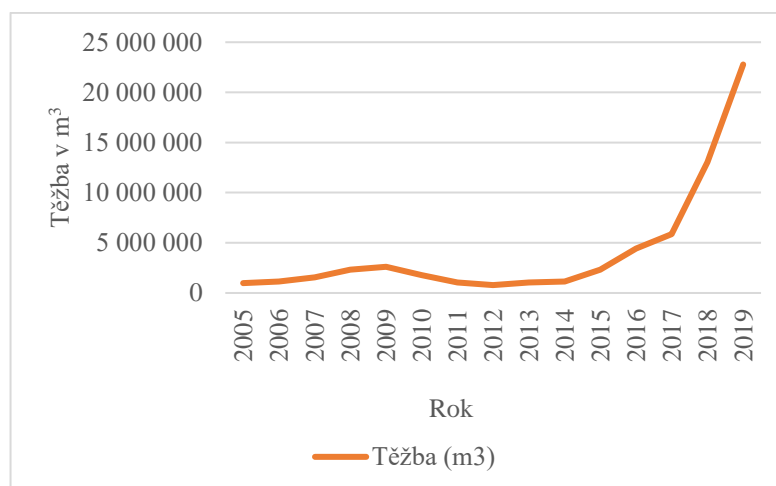
Dílčím úkolem bakalářské práce je také zhodnocení kritických míst v udržitelnosti využívání dřevní biomasy v České republice. V následující kapitole je tedy shrnut stav a odhad vývoje kůrovcové kalamity v ČR v následujících letech. V současné době zasahuje kalamita již velkou část našich lesů. O tomto vývoji svědčí také následující tabulka 24 a graf 8, které shrnují vývoj nahodilých kůrovcových těžeb smrkových porostů. Tabulka byla sestavena na základě statistik ČSÚ. Jako nejdůležitější je nutné zdůraznit roky 2005, kdy došlo k prvnímu nárůstu výskytu podkorního hmyzu, následuje rok 2009 – vyvrcholení kůrovcové těžby. Roky 2010–2012 ukazují momentální pokles těžeb a roky 2013–2019 demonstrují každoroční nárůst a neustále se zhoršující situaci. Ke stavu roku 2019 je nutno ještě podotknout, že ke konci roku zůstalo v lesních porostech stát ještě 5–10 mil. m³ napadených nezpracovaných stromů, které vznikly v tomto roce. Celkové napadení smrku lýkožrouty tedy dosáhlo hodnoty 25–30 mil m³. Podobně jako u výroby elektřiny a tepla z dendromasy,

i v případě nahodilých kůrovcových těžeb byl zkoumán absolutní a průměrný přírůstek, koeficient růstu a průměrný koeficient růstu. Průměrný koeficient růstu dosáhl hodnoty 1,233, což představuje nárůst o 23,3 %.

Tabulka 24 Vývoj nahodilých kůrovcových těžeb

| Rok | Těžba (m ³) | Absolutní přírůstky | Koeficient růstu |
|------------------------------|-------------------------|---------------------|------------------|
| 2005 | 983 000,0 | × | × |
| 2006 | 1 139 000,0 | 156 000,0 | 1,2 |
| 2007 | 1 556 000 | 417 000,0 | 1,4 |
| 2008 | 2 315 000,0 | 759 000,0 | 1,5 |
| 2009 | 2 624 000 | 309 000,0 | 1,1 |
| 2010 | 1 788 000,0 | -836 000,0 | 0,7 |
| 2011 | 1 054 000,0 | -734 000,0 | 0,6 |
| 2012 | 786 000,0 | -268 000,0 | 0,7 |
| 2013 | 1 052 000,0 | 266 000,0 | 1,3 |
| 2014 | 1 133 000,0 | 81 000,0 | 1,1 |
| 2015 | 2 309 000,0 | 1 176 000,0 | 2,0 |
| 2016 | 4 420 000,0 | 2 111 000,0 | 1,9 |
| 2017 | 5 853 000,0 | 1 433 000,0 | 1,3 |
| 2018 | 13 059 000,0 | 7 206 000,0 | 2,2 |
| 2019 | 22 779 000,0 | 9 720 000,0 | 1,7 |
| Průměrný absolutní přírůstek | | | |
| | | 2 724 500 | |
| Průměrný koeficient růstu | | | |
| | | 1,233 | |

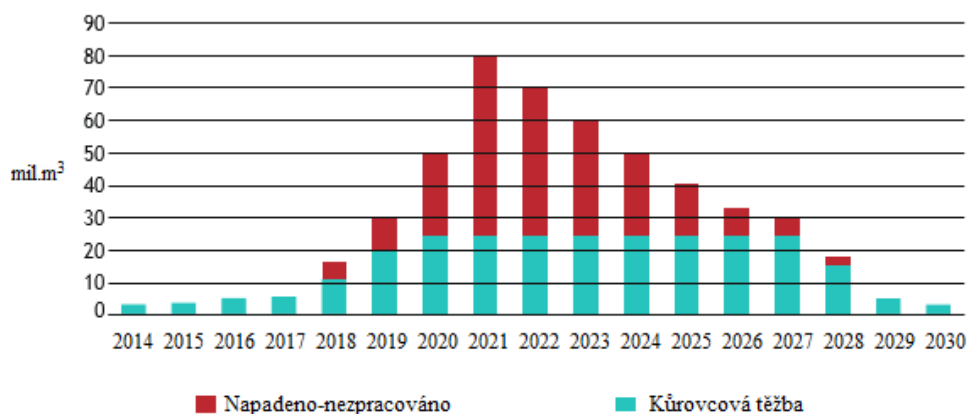
Zdroj: ČSÚ (2020), vlastní zpracování



Graf 8 Vývoj kůrovcové kalamity

Zdroj: ČSÚ (2020), vlastní zpracování

Graf 9 shrnuje kůrovcové těžby v letech 2014–2020 a dále uvádí odhad vývoje těžeb a napadení v letech následujících, a to až do roku 2030. Potvrzuje tak konstatování Stupavského (2020), který uvádí, že kůrovcová kalamita Českou republiku velice brzy připraví o většinu smrkového porostu. Tím pádem lze následně předpokládat i vzrůst cen palivového dříví.



Graf 9 Napadení kůrovcem a následná těžba v letech 2014–2030
Zdroj: Stupavský (2020)

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti (2020) udává, že jako obranná a ochranná opatření bylo v roce 2019 umístěno 250 tis. m³ lapáků, 63 tis. feromonových lapačů, z napadené hmoty bylo odkorněno 183 tis. m³ a chemicky asanováno 2 209 tis. m³. Tato čísla svědčí o tom, že na místě bylo asanováno pouze 17 % napadeného kůrovcového dříví.

Na základě vývoje předchozích let lze předpokládat, že podobná bude situace také v roce 2020. Statistiky v době zpracování této bakalářské práce však ještě nebyly dostupné.

5.4 Kritická místa v udržitelnosti využívání dřevní biomasy v ČR

Vzhledem k výše uvedené analýze je patrný zvyšující se trend využití dendromasy pro energetické účely v posledních letech. Teoretická část této práce uvádí jako důvody tohoto stavu zvyšující se ceny energie a zároveň snižující se ceny palivového dříví. Ke snižování cen dochází z důvodu kůrovcové kalamity, která nastala v posledních letech (tak jak uvádí kapitola 3.6.1), a to především vinou změny

klimatických podmínek. V souvislosti s tím je ovšem nutné položit si otázku, jak dlouho se na takové úrovni ceny dřeva udrží, a dále jaký dopad bude mít kůrovcová kalamita na druhovou skladbu českých lesů. Tomuto problému je věnována následující část práce.

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti (2020) hodnotí situaci v ochraně lesa proti podkornímu hmyzu za katastrofální a počátek jeho dlouhodobého přemnožení vidí v roce 2003, kdy dlouhodobé sucho oslabilo lesní porosty a dlouhé a teplé vegetační období nastartovalo vývoj kůrovců. V následujících letech tuto situaci podpořily ještě polomy z let 2007 (orkán „Kyrill“) a 2008 (vichřice „Emma“ a „Ivan“) a extrémně suchý rok 2007. V roce 2009 došlo k vyvrcholení kůrovcové těžby, v letech 2010—2012 v souvislosti se studeným a deštivým rokem 2010 následoval výrazný pokles, aby jej v roce 2015 následoval nárůst další, který dospěl v posledních dvou letech až k nárůstu skokovému. Takto probíhala kůrovcová situace v oblasti Čech, na střední a severní Moravě a ve Slezsku je vše posunuto o 1–2 roky dříve (s ohledem na nízký objem srážek a dlouhodobé chřadnutí nepůvodních smrčín). Výzkumný ústav (2020) dále uvádí, že v uvedeném roce 2015 lesní hospodářství nedokázalo pružně reagovat na následky nepříznivých povětrnostních podmínek a od této doby se situace každoročně zhoršuje. Naprosto se situace vymkla kontrole v roce 2018, kdy došlo k dalšímu extrémnímu průběhu počasí. Napadené dříví tehdy zůstalo stát v lese až do výletu brouka. Krize se nadále prohlubuje, a kromě klimatických vlivů za ní stojí také nedostatek pracovních sil v lesním hospodářství, či pád cen dřeva.

Situace je již opravdu kritická a lesnický personál se musí soustředit na ochranná opatření před podkorním hmyzem. Prioritou musí zůstat vyhledávání aktivních kůrovcových stromů a jejich včasné zpracování, aby tak byl zpomalen vývoj a šíření kůrovců do dalších oblastí, především do vyšších poloh, kde se často nachází cenné populace smrku. Vzhledem k tomu, že pouze v letech 2015–2019 bylo kůrovci napadeno 60—70 mil. m³ smrkové hmoty a k září 2020 je na základě údajů VULHM odhadována zásoba smrkových porostů na 400 mil. m³, lze si velice dobře představit, jaké nebezpečí hrozí těmto porostům v následujících letech.

Jak již bylo uvedeno, kůrovcová kalamita a s ní spojený nadbytek dřeva vyvolává další problémy, mezi které patří nedostatek pracovních sil nejen na těžbu kůrovcového

dřeva, ale také na jeho následné zpracování, a to jak u nás v České republice, tak v okolních zemích, především v Rakousku a Německu, kam se dřevo od nás vyváží. S tímto nadbytkem samozřejmě úzce souvisí značný pokles cen dřeva, ale i palivového dřeva a dřevní štěpky. Lze předpokládat, že postupem doby se změní druhová skladba lesů směrem k listnatým stromům, kde bude převládat buk a dub a jehličnaté lesy se budou více orientovat na jiné dřeviny než smrk. V současné době je tedy dřeva, palivového dřeva a dřevní štěpky nadbytek. Tomuto trendu ovšem nelze podřídit plánování budoucího potenciálu energetického využití dřevní biomasy. V okamžiku, kdy kůrovcová kalamita odezní, klesne i objem dřevní štěpky pro využití v teplárenství.

6 DISKUZE

Praktická část bakalářské práce je pomocí stanovení absolutních a průměrných přírůstků a koeficientů růstu a průměrných koeficientů růstu zaměřena na potvrzení konstatování např. Gračkové (2020) či dat MPO (2020), kteří uvádějí, že spotřeba paliva a hrubá výroba elektřiny a tepla z dendromasy v posledních letech zřetelně narůstá. Shodně konstatují, že pro výrobu elektřiny a tepla je v České republice nejvíce využívána dřevní štěpka a odpad, za níž následují brikety a pelety. Palivové dřevo je pro tyto účely využíváno jen minimálně. Výzkumem bylo potvrzeno, že zejména do roku 2017 významně narůstala spotřeba dendromasy k výrobě elektřiny jak ze štěpky, tak briket a pelet. Poté následoval mírný pokles spotřeby briket a pelet, ovšem spotřeba štěpky roste nadále. Pokud se jedná o teplo, zde po roce 2017 dochází k propadu v užívání štěpky. Využití briket a pelet, stejně jako palivového dříví však zůstává víceméně na stejné úrovni.

Každoročně zvyšující se tendenci mělo využití dendromasy v případě výroby tepla v domácnostech. Zkoumání, které je předmětem této bakalářské práce, v tomto směru potvrdilo tvrzení výše uvedených (Gračková, 2020; MPO, 2020) v tom smyslu, že pro tento druh vytápění je nejvíce využíváno palivové dříví. Veřejnost v posledních letech stále více reaguje na potřebu využití co nejekologičtějších typů paliva a obrací svou pozornost k biomase, v případě této práce je nutné především hovořit o biomase dřevní. I v souvislosti s ohromnou kůrovcovou kalamitou, která postihla Českou republiku a již je věnována samostatná kapitola této práce, dochází k poklesu cen palivového dříví, čehož se právě tito uživatelé snaží využít. Vzhledem k povinnosti výměny kotlů na pevná paliva (k 1. 9. 2022) za ty, jež budou vyhovovat přísnějším požadavkům Evropské unie, se výrobci kotlů snaží vyjít vstříc uživatelům, kteří chtějí pro účely vytápění využít obnovitelné zdroje energie, konkrétně dendromasu. Z tohoto důvodu je tedy možné konstatovat, že exponenciálně roste využití palivového dříví, ale v posledních letech přichází čím dál více ke slovu také brikety a pelety.

Na základě uvedených analýz (viz kapitola Výsledky) je dále možné konstatovat, že vzhledem k neustálému zvyšování využití obnovitelných zdrojů, v tomto případě především využití dendromasy, pro výrobu elektřiny a tepla, se České republice daří plnit závazky vůči Evropské unii tak, jak uvádí oddíl 3.5.2 této práce.

7 ZÁVĚR

Cílem předkládané bakalářské práce bylo popsat potenciál lesní biomasy pro její energetické využití. Pro výběr tématu byla z velké míry rozhodující snaha přiblížit nejen odborné, ale i laické veřejnosti srozumitelným způsobem problematiku využití obnovitelných zdrojů a nutnosti jejich postupné náhrady za paliva fosilní, ve stručnosti seznámit s legislativou týkající se dané problematiky, i s dotačními podporami a závazky České republiky vůči Evropské unii.

V několika posledních letech je patrný ohromný nárůst kůrovcové těžby i v místech, kde byl dosud výskyt kůrovce dosud spíše sporadický. Z tohoto důvodu jsem si jako dílčí cíl práce stanovil určení kritických míst v udržitelnosti využívání dřevní biomasy v České republice a v tomto směru jsem se zaměřil zejména právě na zhodnocení kůrovcové kalamity, na její příčiny, vývoj i budoucnost. Stejně tak na vliv dané skutečnosti na využití palivového dříví pro výrobu energií a jeho ceny. Dále bylo v bakalářské práci poukázáno na to, že situace je opravdu kritická a také na nutnost soustředit se na realizaci opatření vedoucích ke zpomalení vývoje a šíření kůrovcového hmyzu do dalších oblastí České republiky.

Ve výsledcích bakalářské práce bylo vyhodnoceno, že ve zkoumaných letech 2004–2019 k výrobě elektřiny byla nejvíce využívána dřevní štěpka a odpady, za níž následovaly brikety a pelety, zatímco palivové dříví bylo pro tyto účely využíváno jen zřídka. Podobných výsledků dosahuje také výroba tepla z dendromasy. I zde je nejvíce využívána dřevní štěpka, poté brikety a pelety, a nakonec palivové dříví. Nutno ovšem podotknout, že poněkud odlišná je situace v případě vytápění domácností, kde je nejvíce využíváno palivové dříví a až v posledních letech přichází stále více ke slovu brikety a pelety. Lze tedy konstatovat, že do budoucna má využití dendromasy vysoký potenciál nárůstu. V souvislosti se zvyšující se poptávkou po vytápění domácností briketami, peletami a palivovým dřívím a zároveň s rostoucím zájmem veřejnosti o ekologičtější způsoby produkce tepla to může být i signálem pro budoucí investory k investicím do výroby jak zmíněných druhů paliva, tak do zdrojů, které je využívají. Jak bylo prokázáno v této bakalářské práci, i největší výrobci kotlů na pevná paliva v ČR pružně zareagovali na tyto skutečnosti a v poměrně krátké době zinovovali svou výrobu, tak aby vyhověli požadavkům trhu.

Kromě zhodnocení vývoje využití dendromasy pro energetické účely byly rovněž stanoveny prognózy dalšího vývoje. Bylo prokázáno, že i v následujících 4 letech se s velkou pravděpodobností bude spotřeba, tudíž i hrubá výroba, dendromasy k výrobě elektřiny a tepla zvyšovat. Jedná se zejména o využití dřevní štěpky a briket a pelet, a to ve firmách. Prognóza využití palivového dříví potvrdila i předchozí vývoj spotřeby tohoto paliva, tedy spíše jeho minimální využívání k výrobě elektřiny i tepla. Bylo zjištěno, že i do budoucna lze předpokládat snižování použití palivového dříví ve firmách. Rozdílná situace byla prokázána u produkce tepla v domácnostech, a to už při hodnocení vývoje v letech 2004–2019, kdy spotřeba palivového dříví stále narůstala, a to zejména v posledních letech v souvislosti s rozvojem kůrovcové kalamity v ČR. Prognózou bylo potvrzeno, že stejný trend lze očekávat i v letech následujících. Stejně tak lze konstatovat, že čím dál více budou v domácnostech využívány brikety a pelety. I z tohoto hlediska je možné stanovit, že potenciál využití dřevní biomasy pro energetické účely neustále nabývá svého významu, a i v následujících letech bude exponenciálně narůstat.

Touto prací jako celkem byla vytvořena ucelená představa o významu dendromasy pro energetické využití, bylo konstatováno, že potenciál dřevní biomasy stále narůstá, rovněž byla zdůrazněna nutnost podporovat ekologické smýšlení veřejnosti a zároveň byl ponechán prostor pro další výzkum v této oblasti, a to zejména pokud se jedná o rozbor investičního potenciálu dřevní biomasy a dalších ekologických postupů. Na úplný závěr bych rád vložil citaci keňského přísloví, které jasně vystihuje, smysl této práce:

„Nakládejte se Zemi dobře. Nebyla nám dána do vínku našimi rodiči. Byla nám zapůjčena k opatrování našimi dětmi.“

Seznam použité literatury

ATMOS. (2021a). Firma ATMOS – současnost. *Atmos.eu* [online]. [cit. 2021-02-15]. Dostupné z WWW: < <https://www.atmos.eu/o-firme/> >.

ATMOS. (2021b). Ekologické zplynovací kotle na kusové dřevo. *Atmos.eu* [online]. [cit. 2021-02-15]. Dostupné z WWW: < <https://www.atmos.eu/zplynovaci-kotle-na-drevo-dokogen/> >.

ATMOS. (2021c). Ekologické a plně automatické kotle na pelety ATMOS. *Atmos.eu* [online]. [cit. 2021-02-15]. Dostupné z WWW: < <https://www.atmos.eu/kotle-na-pelety/> >.

Česko. Vláda. Zákon č. 165 ze dne 31. ledna 2012 o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2012, částka 59. Dostupné také z WWW: < <http://www.sagit.cz/info/sb12165> >.

Česko. Vláda. Zákon č. 289 ze dne 15. prosince 1995 o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon). In: *Sbírka zákonů České republiky*. 1995, částka 76. Dostupné také z WWW: < <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1995-289> >.

Česko. Vláda. Zákon č. 17 ze dne 16. ledna 1992 o životním prostředí. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 1992, částka 4. Dostupné také z WWW: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-17>.

Česko. Česká národní rada. Zákon č. 114 ze dne 25. března 1992 o ochraně přírody a krajiny. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 1992, částka 28. Dostupné také z WWW: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-114>.

Česko. Vláda. Vyhláška č. 477 ze dne 31. prosince 2012 o stanovení druhů a parametrů podporovaných obnovitelných zdrojů pro výrobu elektřiny, tepla nebo biometanu a o stanovení a uchovávání dokumentů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 1992, částka 180. Dostupné také z WWW: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-477/zneni-20130101>.

Česko. Český statistický úřad. *Kategorizace a vlastnictví lesů*. 2019a. Dostupné z WWW: < <https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/index.jsf?page=vystup-objekt&pvo=LES02&pvokc=&katalog=30841&z=T> >.

Česko. Český statistický úřad. *Lesní pozemky dle typu hospodářského subjektu*.

2019b. Dostupné z WWW:

<<https://www.czso.cz/documents/10180/91232997/100004192k25.pdf/6caa9890-714b-4d13-ac4c-302342c5ea25?version=1.0>>.

Česko. Český statistický úřad. Nahodilá těžba dřeva. Dostupné z WWW: <<https://www.czso.cz/csu/czso/lesnictvi-2019>>.

Česko. Ministerstvo zemědělství ČR. Vyhláška č. 84 ze dne 19. 4. o lesním hospodářském plánování. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 1996, částka 28.

Dostupné také z WWW: < <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1996-84?text=platnost%20lesn%C3%ADch%20t%C4%9B%C5%BEbn%C3%ADch%20osnov>>.

ČSN EN 303–5. *Kotle pro ústřední vytápění – Část 5: Kotle pro ústřední vytápění na pevná paliva, s ruční a samočinnou dodávkou, o jmenovitém tepelném výkonu nejvýše 500 kW – Terminologie, požadavky, zkoušení a značení*. Praha: Český normalizační institut, 2013. 72 s.

ČZÚ, Platforma pro bioekonomiku České republiky, Sekce lesnické bioekonomiky. [cit. 2020-11-04]. Dostupné z WWW: <<https://bioeconomy.czu.cz/cs/r-14276-o-nas/r-15734-sekce-lesnicke-bioekonomiky>>.

DOLEŽAL, J. Kůrovcová kalamita a její dopad na dostupnost dřevní biomasy. *Biom: Časopis pro energii, co roste* 2/2019 [online]. 2020-01-23. [cit. 2020-10-17]. Dostupné z WWW: https://czbiom.cz/wp-content/uploads/%C4%8Dasopis-Biom_2_2019_web.pdf. ISSN 1801-2655.

Evropská unie, Evropská komise, Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee of the regions. 2012 [cit. 2020-10-31]. Dostupné také z WWW: <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2012/EN/1-2012-60-EN-F1-1.Pdf>.

Evropská unie, Evropská komise, Nová strategie bioekonomiky pro udržitelnou Evropu, 2018 [cit. 2020-11-01]. Dostupné také z WWW: <https://ec.europa.eu/czech-republic/news/181011_bioekonomika_cs>.

FLORA, M. Několik poznámek k pojmu „les“ podle §2, písm. a) lesního zákona. *Lesnická práce: časopis pro lesnickou vědu a praxi* [online]. 2001, roč. 80. č. 3/01 [cit. 2020-11-02]. Dostupné z WWW: <<http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-80-2001/lesnicka-prace-c-3-01/nekolik-poznamek-k-pojmu-les-podle-2-pism-a-lesniho-zakona>>.

GRAČKOVÁ, I. Trendem jsou pelety, budoucnost využití biomasy je v rukou vědců. *Hospodářské noviny* [online]. 2020-03-26 [cit. 2020-11-17]. Dostupné z WWW: <<https://archiv.ihned.cz/c1-66740520-trendem-jsou-pelety-budoucnost-vyuziti-biomasy-je-v-rukou-vedcu>>. ISSN 1213-7693.

HÁJEK, M. Udržitelný rozvoj. In HÁJEK, M.; VRABCOVÁ, P.; GAFF, M. et al., SVOBODA, T. (ed.). *Lesnická bioekonomika*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2018, s. 29–43. ISBN 978-80-213-2838-9.

HÁLA, V. Trvale udržitelný rozvoj – Definice a praxe. Příspěvek přednesený 18.4.2007 na konferenci Udržitelný rozvoj – nové trendy a výzvy, pořádané ve Středisku ekologické výchovy Sluňákov, Horka nad Moravou, v rámci Ekologických dnů Olomouc 2007. *Sustainable* [online]. 2007-04-18 [cit. 2020-03-23]. Dostupné z WWW: <<https://sustainable.cz/definiceapraxe.htm>>.

HAVLÍČKOVÁ, K. *Analýza potenciálu biomasy v České republice*. Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví s Novou tiskárnou Pelhřimov, 2010. 498 s. ISBN 978-80-85116-72-4.

CHYTRÝ, M. Potenciál lesní dendromasy pro energetické využití a energetická koncepce České republiky. *Zprávy lesnického výzkumu* [online]. 2007, 52, Special [cit. 2020-04-07]. Dostupné z WWW: <https://www.vulhm.cz/files/uploads/2019/01/294.pdf>.

KAŠINSKÝ, J., WAGNER, W., Jaký je potenciál využití biomasy v Česku a ve světě. *Oenergetice.cz* [online]. 2019-02-18 [2021-02-03]. Dostupné z WWW: <https://oenergetice.cz/nazory/jaky-potencial-vyuziti-biomasy-cesku-ve-svete>.

K MONT CHOCEŇ, s. r. o. Obnovitelné tepelné zdroje: Kotle na biomasu. *Kmont.cz* [online]. [cit. 2021-02-16]. Dostupné z WWW: <<https://www.kmont.cz/obnovitelne-tepelne-zdroje/kotle-na-biomasu>>.

KRÁTKÝ, L.; JIROUT, T. *Moderní trendy předúprav biomasy pro intenzifikaci výroby biopaliv druhé generace*. 1. vydání. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2015. 189 s. ISBN 978-80-01-05720-9.

LITSCHMANNOVÁ, M. *Úvod do analýzy časových řad* [online], Ostrava: Technická univerzita Ostrava, 2010. [cit. 2021-03-12]. Dostupné z WWW: https://homel.vsb.cz/~lit40/ZS/Prezentace/ZS_12_CasRady.pdf.

LITSCHMANNOVÁ, M. *Úvod do statistiky* [online], Ostrava: Technická univerzita Ostrava, 2011. [cit. 2021-04-02]. Dostupné z WWW: http://mi21.vsb.cz/sites/mi21.vsb.cz/files/unit/uvod_do_statistiky.pdf#page=113&zoom=100,88,769.

LYČKA, Z. Pohledem znalce: Biomasa jako garanční pevné palivo. *TZB info* [online]. 2019-01.02 [cit. 2020-05-08]. Dostupné z WWW: <<https://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-tuhymi-palivy/18462-pohledem-znalce-biomasa-jako-garancni-pevne-palivo>>.

MACKŮ, J. Studie o potenciálu stanovištních podmínek a odběru ostatní užitkovatelné dendromasy z lesního ekosystému. In: HRUBÁ, V.; ŠTYKAR, J. *Geobiocenologie a její aplikace v krajině: sborník původních vědeckých prací a sdělení z mezinárodní konference konané 6. – 7. listopadu 2009 v Brně*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2009, s. 41–48. ISBN 978-80-7375-363-4.

MAIXNEROVÁ, M.; VÁGNEROVÁ, D. *Stavební výroba* [online]. [cit. 2020-11-17]. Dostupné z WWW: <<https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/2071>>.

MATĚJÍČEK, J. Vymezení základních pojmů a vztahů z oblasti mimoprodukčních funkcí lesa [online]. *Speciální lesnický software znalec: silný nástroj k určení hodnoty lesa*. 2003 [cit. 2020-10-31]. Dostupné z WWW: <https://www.lesniznalec.cz/Newsoubory/Terminologie_funkci_lesa.pdf?fbclid=IwAR0BF1IW8N0FvSrXiFuZoZ9ZZGFaHESyPyVf3LRJmRuohIFbn7kWwZ9HdlQ>.

MCCORMICK, K.; KAUTTO, N. *The bioeconomy in Europe: An overview, Sustainability*, 2013, 5, 6, s. 2589. [cit. 2020-11-01]. Dostupné také z WWW: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/5/6/2589/htm>>.

MILEROVÁ PRÁŠKOVÁ, D., Bioekonomika a její materiály: DŘEVO. *Cirkulární HUB Praha* [online]. Únor 2020 [cit. 2020-10-17]. Dostupné z WWW: <https://hub.cirkularnicesko.cz/wp-content/uploads/2020/03/Infolist_Dr%CC%8Cevo_sj.pdf>.

Ministerstvo průmyslu a obchodu České republiky. *Obnovitelné zdroje energie v roce 2019: Výsledky statistického zjišťování* [online]. Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2020 [cit. 2020-10-10]. Dostupné z WWW: https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/statistika/obnovitelne-zdroje-energie/2020/9/Obnovitelne-zdroje-energie-2019_2.pdf.

Ministerstvo zemědělství České republiky. *Akční plán pro biomasu v ČR na období 2012 – 2020* [online]. Praha : Ministerstvo zemědělství, 2012 [cit. 2020-10-25]. Dostupné z WWW: http://eagri.cz/public/web/file/179051/APB_final_web.pdf.

Ministerstvo zemědělství České republiky. *Možnosti energetického využití biomasy: Ukázka praktických opatření z Akčního plánu pro biomasu v ČR na období 2012–2020* [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2013 [cit. 2021-02-06]. Dostupné z WWW: http://eagri.cz/public/web/file/283371/Moznosti_energetickeho_vyuziti_biomasy.pdf.

Ministerstvo zemědělství České republiky. *Strategie resortu Ministerstva zemědělství s výhledem do roku 2030* [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2016 [cit. 2021-01-08]. Dostupné z WWW: https://www.databaze-strategie.cz/cz/mze/strategie/strategie-resortu-ministerstva-zemedelstvi-s-vyhledem-do-roku-2030?typ=struktura&fbclid=IwAR3V7xNAPWORYaTkdDjvHcVkREH60_VC A1RdRbHt0dRnQORQbNH_Uv--H5Y.

Ministerstvo životního prostředí České republiky. *Nová zelená úsporám* [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí České republiky, 2020 [cit. 2021-02-06]. Dostupné z WWW: <https://www.mzp.cz/cz/nova_zelena_usporam>.

MURTINGER, K.; BERANOVSKÝ, J. Energie z biomasy. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2011. 106 s. ISBN 978-80-251-2916-6.

Naše společná budoucnost: zpráva světové komise pro životní prostředí a rozvoj. Překlad Pavel Korčák. Vyd. 1. Praha: Academia, 1991. 297 s. ISBN 80-85368-07-2.

NIEDERMAYER, L. Plán Komise pro naplnění klimatického cíle do roku 2030 a jak je na tom ČR? *Niedermayer.cz* [online]. 2020-10-05 [2021-02-25]. Dostupné z WWW: <https://www.niedermayer.cz/moje-prace/articles/plan-komise-pro-naplneni-klimatickeho-cile-do-roku-2030-a-jak-je-na-tom-cr>.

OCHODEK, T.; KOLONIČNÝ, J.; JANÁSEK, P. *Potenciál biomasy, druhy, bilance a vlastnosti paliv z biomasy: studie v rámci projektu Možnosti lokálního vytápění a výroby elektřiny z biomasy.* 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2006. 185 s. ISBN 80-248-1207-X.

Organizace spojených národů, *Naše společná budoucnost, zpráva Světové komise pro životní prostředí a rozvoj 1987, originální znění dokumentu.* [cit. 2020-03-23]. Dostupné z WWW: < <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf> >.

QUASCHNING, Volker. *Obnovitelné zdroje energií.* 1. vyd. Praha: Grada, 2010. 296 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-3250-3.

Rada Evropské Unie, SDĚLENÍ KOMISE EVROPSKÉMU PARLAMENTU, RADĚ, EVROPSKÉMU HOSPODÁŘSKÉMU A SOCIÁLNÍMU VÝBORU A VÝBORU REGIONŮ, Nová strategie EU v oblasti lesnictví: pro lesy a odvětví založená na lesnictví. 2013. [cit. 2020-11-04]. Dostupné z WWW: < <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX:52013DC0659> >.

Resolution H1. 1993. *General Guidelines for the Sustainable Management of Forests in Europe*, Helsinki, Finland [cit. 2020-03-23]. Dostupné z WWW: < https://www.foresteurope.org/docs/MC/MC_helsinki_resolutionH1.pdf >.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/28/ES ze dne 23. dubna 2009 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů a o změně a následném zrušení směrnic 2001/77/ES a 2003/30/ES. Dostupné také z WWW: <<https://eur->

[lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?qid=1459670761463&uri=CELEX:32009L0028.>](http://lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?qid=1459670761463&uri=CELEX:32009L0028)

SOUŠEK, Z. a kol. *Využití a pěstování biomasy lesních dřevin pro další zpracování a energetické účely* [online]. Brandýs nad Labem: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, 2019 [cit. 2020-09-20]. Dostupné z WWW: <http://www.uhul.cz/images/poradenstvi/2019/BIOMASA19.pdf>.

SOUŠEK, Z. a kol. *Využití a pěstování biomasy lesních dřevin pro další zpracování a energetické účely* [online]. Brandýs nad Labem: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, 2020 [cit. 2020-10-02].

Dostupné z WWW:

<http://www.uhul.cz/images/poradenstvi/metodiky/2020/BIOMASA20_03.pdf>.

STAFFAS, L.; GUSTAVSSON, M.; MCCORMICK, K. *Strategies and policies for the bioeconomy and bio-based economy: An analysis of official national approaches*, *Sustainability*, 2013, 5, s. 2751–2769. [cit. 2020-11-01]. Dostupné také z WWW: <

https://www.researchgate.net/publication/272757634_Strategies_and_Policies_for_the_Bioeconomy_and_Bio-Based_Economy_An_Analysis_of_Official_National_Approaches>.

STUPAVSKÝ, V. O vytápění biomasou od A až do Z. (2012a) *Tzb info* [online]. 2012-07-13 [cit. 2020-02-22]. Dostupné z WWW: <<https://oze.tzb-info.cz/peletky/8814-o-vytapeni-biomasou-od-a-az-do-z>>.

STUPAVSKÝ, V. Biomasa – obnovitelný zdroj energie. In BENDA, V. (ed.). *Obnovitelné zdroje energie*. 1. vydání. Praha: Profi Press, 2012b, s. 17–18. ISBN 978-80-86726-48-9.

STUPAVSKÝ, V. Kůrovec a vytápění dřevem. Co bude, až smrk nebude? *Tzb info* [online]. 2020-03-04 [cit. 2020-10-17]. Dostupné z WWW: <<https://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-tuhymi-palivy/20310-kurovec-a-vytapeni-drevem-co-bude-az-smrk-nebude>>.

ŠOOŠ, L.; KOLEJÁK, M.; URBAN, F. *Biomasa – obnovitelný zdroj energie*. 1. vydání. Bratislava: Vert pre Stojnícku fakultu STU v Bratislave, 2012. 398 s. ISBN 978-80-970957-3-4.

TRÁVNÍČEK, P. *Technologie zpracování biomasy za účelem energetického využití*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z WWW: < https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty/files/23/23-technologie_zpracovani_biomasy_za_ucelem_energetickeho_vyuziti_travnicek.pdf>. ISBN 978-80-7509-206-9.

ÚHÚL, Ministerské konference o ochraně lesů v Evropě, 1990 – 2007, *Ústav pro hospodářskou úpravu lesů* [online]. Brandýs nad Labem: ÚHÚL, 2008. [cit. 2020-05-23]. Dostupné z WWW: <http://www.uhul.cz/images/NLP/1Podklady/4_Evropske_souvislosti/Ministerske_konference_pro_web.pdf>.

ÚHÚL, Hospodaření v lesích na principech trvalosti a vyrovnanosti. *Ústav pro hospodářskou úpravu lesů* [online]. Brandýs nad Labem: ÚHÚL, 2012. [cit. 2020-10-25]. Dostupné z WWW: <<http://www.uhul.cz/images/poradenstvi/metodiky/HVLNPTAV.pdf>>.

ÚHÚL, Analýza a výsledná kvantifikace využitelné lesní biomasy s důrazem na těžební zbytky pro energetické účely, při zohlednění rizik vyplývajících z dopadu na půdu, koloběh živin a biologickou rozmanitost. *Ústav pro hospodářskou úpravu lesů* [online]. Brandýs nad Labem: ÚHÚL, 2009. [cit. 2020-11-15]. Dostupné z WWW: http://www.uhul.cz/images/prehled_projektu/Analyza_LTZ_MZP_UHUL_2009.pdf.

ÚHÚL, Využití a pěstování biomasy lesních dřevin pro další zpracování a energetické účely. *Ústav pro hospodářskou úpravu lesů* [online]. Brandýs nad Labem: ÚHÚL, 2020. [cit. 2020-11-20]. Dostupné z WWW: http://www.uhul.cz/images/poradenstvi/metodiky/2020/BIOMASA20_03.pdf.

VÁVROVÁ, K.; WEGER, J.; NIKL, M.; KNÁPEK, J. *Metodika stanovení potenciálu biomasy pro energetické využití v krizových situacích*. Průhonice: VÚKOZ, v. v. i., 2014. 36 s. [cit. 2020-10-30]. Dostupné z WWW: <<https://www.vukoz.cz/dokumenty/057/vg20102013060/Metodika-PotencialBiomasyKrizy.pdf>>.

VEVERKOVÁ, J. Pozice obnovitelných zdrojů energie v energetické bilanci České republiky. *Tzb info* [online]. 2019-07-25 [cit. 2020-10-16]. Dostupné z WWW: <<https://oze.tzb-info.cz/19358-pozice-obnovitelných-zdroju-energie-v-energeticke-bilanci-ceske-republiky-1>>.

VIADRUS a. s. (2020a). Moderní litinové kotle řady U22 nabízejí řešení pro každého. *Viadrus.cz* [online]. 2020-09-10 [cit. 2021-02-15]. Dostupné z WWW: <<https://www.viadrus.cz/viadrus-v-mediich-106.html>>.

VIADRUS a. s. (2020b). VIADRUS rozšířil portfolio o nový ekologický kotel na dřevo. E22 Economy bude zařazen do kotlíkových dotací. *TZB info* [online]. 2020-07-01 [cit. 2021-02-15]. Dostupné z WWW: <https://vytapani.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/20873-viadrus-rozsiril-portfolio-o-novy-ekologicky-kotel-na-drevo> >.

VLKOVÁ, V.; POLENO, Z. ed. *Lesnický naučný slovník. Díl I, A-O*. Praha: Agrospoj, 1994. VII, 743 s., [28] s. barev. obr., fotogr. a mp. ISBN 80-7084-111-7.

VOBOŘIL, D. Biomasa – využití, zpracování, výhody a nevýhody, energetické využití v ČR. *Oenergetice.cz* [online]. 2017-02-06 [cit. 2020-10-21] Dostupné z WWW: <<https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/biomasa-vyuziti-zpracovani-vyhody-a-nevyhody>>.

VRABCOVÁ, P.; SMOLOVÁ, H.; URBANCOVÁ, H.; FAJČÍKOVÁ, A. Strategie pro udržitelnou Evropu a iniciativa Bioeast (Bioeconomic Strategy for Sustainable Europe and Bioeast Initiative). *Prameny&studie* [online]. 2019, č. 64 [cit. 2020-11-01]. Dostupné z WWW: <https://www.nzm.cz/file/ff0b686110d8cad56b701035f73cd197/15957/pas_64.pdf>. ISSN 0862-8483.

Výzkumný a vývojový ústav dřevařský. Cesta ke zvýšení spotřeby dříví vyrobeného v ČR v soudobém středoevropském kontextu. *Lesy ČR* [online]. Červen 2016 [cit. 2020-10-17]. Dostupné z WWW: <<https://lesycr.cz/wp-content/uploads/2016/12/zvyseni-spotreby-drivi-web.pdf>>.

VÚLHM. Průběh kůrovcové kalamity v roce 2019. *Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.* [online]. 2020 [2021-02-02]. Dostupné z WWW: <https://www.vulhm.cz/prubeh-kurovcove-kalamity-v-roce-2019/>.

Seznam příloh

| | |
|--|----|
| Příloha 1 Lesní těžební zbytky | 88 |
| Příloha 2 Palivové dřevo | 88 |
| Příloha 3 Dřevní štěrka | 88 |
| Příloha 4 Paseka vzniklá vykácením stromů po kůrovcové kalamitě | 89 |
| Příloha 5 Zpracování lesních těžebních zbytků na dřevní štěrku pomocí štěpkovače | 90 |
| Příloha 6 Přehled základních podmínek pro přijatelné riziko využití LTZ | 91 |
| Příloha 7 Přehled základních principů pro podmíněné riziko využití LTZ | 92 |
| Příloha 8 Přehled základních principů pro nepřijatelné riziko využití LTZ | 93 |

Příloha 1 Lesní těžební zbytky



Zdroj: Vlastní fotoarchiv autora

Příloha 2 Palivové dřevo



Zdroj: Vlastní fotoarchiv autora

Příloha 3 Dřevní štěpka



Zdroj: Vlastní fotoarchiv autora

Příloha 4 Paseka vzniklá vykácením stromů po kůrovcové kalamitě



Zdroj: Vlastní fotoarchiv autora

Příloha 5 Zpracování lesních těžebních zbytků na dřevní štěpku pomocí štěpkovače



Zdroj: Vlastní fotoarchiv autora

Příloha 6 Přehled základních podmínek pro přijatelné riziko využití LTZ

| Stanovištní podmínky | Stanoviště s rizikem přijatelným pro využití LTZ | |
|----------------------|---|--|
| | CHS (cílové hospodářské soubory) | SLT (lvs, edafická řada a kategorie) |
| | 25 a (Hospodářství živných stanovišť nižších poloh) | 1—2 B (živná normální bohatá), H (živná hlinitá), D (obohacená hlinitá) |
| | 45 (Hospodářství živných stanovišť středních poloh) | 3—4 (živná svěží), B (živná normální bohatá), H (živná hlinitá), D (obohacená hlinitá) |
| | 55 (Hospodářství živných stanovišť vyšších poloh) | 5—6 S (živná svěží), B (živná normální bohatá), H (živná hlinitá), D (obohacená hlinitá) |

| Okruh doporučení | Doporučuje se/vhodné podmínky | Nedoporučuje se/nevhodné podmínky |
|--|---|---|
| LTZ z mýtních těžeb | Větve Stromové vršky (nehroubí) | Asimilační aparát Pařezy kořeny |
| Technická využitelnost (reálné možnosti sběru) | 80 % LTZ na celé ploše mýtní těžby | 20 % LTZ zůstává na ploše |
| Terénní dostupnost (terénní typy) | Stanoviště únosná bez větších terénních překážek se sklonem 0—40 %, tedy terénní typy: 11, 12, 13, 21, 22, 23, 31, 32, 33, 41, 42 | Stanoviště se sklonem nad 40 %, neúnosná, s překážkami a nerovnostmi, tedy terénní typy: 15, 16, 25, 26, 29, 35, 36, 39, 43, 45, 46, 49, 59, 69 |
| Hospodářský způsob | Maloplošně pasečný (holosečný) Násečný Podrostní Výběrný | |
| Těžební metoda | Kmenová sortimentní | Stromová (nevhodná z důvodu odběru asimilačního aparátu) |

Zdroj: Vávrová et al. (2014)

Příloha 7 Přehled základních principů pro podmíněné riziko využití LTZ

| Stanovištní podmínky | Stanoviště s rizikem podmíněně přijatelným pro využití LTZ | |
|----------------------|--|---|
| | CHS (cílové hosp. soubory) | SLT (lvs, edafická řada a kategorie) |
| | 19 (Hospodářství lužních stanovišť) | 1 L (obohacená lužní) |
| | 23 (Hospodářství kyselých stanovišť nižších poloh) | 1—2 S (živná svěží), K (kyselá), I (kyselá uléhavá) |
| | 43 (Hospodářství kyselých stanovišť středních poloh) | 3—4 K (kyselá), I (kyselá uléhavá) |
| | 53 (Hospodářství kyselých stanovišť vyšších poloh) | 5—6 K (kyselá), I (kyselá uléhavá) |

| Okruh doporučení | Doporučuje se/vhodné podmínky | Nedoporučuje se/nevhodné podmínky |
|--|--|---|
| LTZ z mýtních těžeb | Větve Stromové vršky | Asimilační aparát Pařezy Kořeny |
| Technická využitelnost (reálné možnosti sběru) | 60 % LTZ na celé ploše mýtní těžby | 40 % LTZ zůstává na ploše po mechanizovaném sběru (je nutné ponechat část objemu klestu na stanovišti) |
| Terénní dostupnost | Únosné bez větších terénních překážek a sklonem 0—40 %, tedy terénní typy: 11, 12, 13, 21, 22, 23, 31, 32, 33, 41 a 42 | Stanoviště se sklonem >40 %. Neúnosná s překážkami a nerovnostmi, tedy terénní typy: 15, 16, 25, 26, 29, 35, 36, 39, 43, 45, 46, 59, 69 |
| Hospodářský způsob | Maloplošně púasečný Násečný Podrostní Výběrný | |
| Těžební metoda | Kmenová sortimentní | Stromová (odběr asimilačního aparátu) |

Zdroj: Vávrová et al. (2014)

Příloha 8 Přehled základních principů pro nepřijatelné riziko využití LTZ

| | | |
|--|--|---|
| Stanovištní podmínky | Stanoviště s rizikem nepřijatelným pro využití LTZ | |
| | <p>Exponované hospodářské stanoviště</p> <p>Les ochranný</p> <p>Lesy na území NP</p> <p>Lesy v maloplošných ZCHÚ</p> <p>Lesy v 1. zónách CHKO na území NP</p> <p>Lesy v 2. zónách CHKO (mimo území lesů hospodářských, zde pouze v kategorii „území využitelné s omezením“)</p> <p>Lesní porosty v biocentrech ÚSES všech úrovní (mimo území lesů hospodářských – zde pouze v kategorii „území využitelné s omezením“)</p> | |
| Okruh doporučení | Doporučuje se/vhodné podmínky | Nedoporučuje se/nevhodné podmínky |
| LTZ z mýtních těžeb | Sběr se neprovádí | Větve Stromové vršky (nehroubí) Asimilační aparát Pařezy Kořeny |
| Technická využitelnost (reálné možnosti sběru) | 0 % (z hlediska environmentálních rizik je sběr LTZ nepřijatelný) | 100 % LTZ zůstává na ploše |

Zdroj: Vávrová et al. (2014)